



UNIVERSITA' DI PISA
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in
Ingegneria Idraulica, dei Trasporti e del Territorio

Curriculum Trasporti e Territorio

TESI DI LAUREA MAGISTRALE:

*“Miglioramento del corridoio viario per l’accesso da ovest al
Nuovo Ospedale di Lucca”*

Relatori:

Prof. Ing. Antonio Pratelli

Prof. Ing. Massimo Losa

Dott. Ing. Alessandra Gazzarri

Candidato:

Francesco Nicoli

Anno accademico 2013/2014

Ai miei genitori

INDICE

1) Introduzione	5
2) Il software SIDRA INTERSECTION 6.0	7
2.1 Informazioni e caratteristiche	7
2.2 Principali impostazioni del software	9
2.3 Elaborazioni ed outputs del software	11
3) Lo Stato Attuale	13
3.1 Intersezione su Viale G.Pacini	15
3.2 Intersezione Circonvallazione - Viale L.Cadorna	16
3.3 Intersezione Circonvallazione - Viale C.Castracani	18
3.4 Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini - Via di Tiglio	20
3.5 Intersezione Viale C.Castracani - Via D.Alighieri	22
3.6 Intersezione Via D.Alighieri - Via Di Tempagnano	23
3.7 Intersezione Via D.Alighieri - Via Romana - Via Lippi Francesconi	24
4) Lo Stato di Progetto	25
4.1 Rotatoria di Porta Elisa	25
4.2 Goccia	29
4.3 Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini - Via di Tiglio	31
4.4 Rotatoria tra Via D.Alighieri e Via Di Tempagnano	33
4.4.1 Le verifiche	36
4.5 Intersezione Via D.Alighieri - Via Romana - Via Lippi Francesconi	38
5) Dati di traffico	41
5.1 Premessa	41
5.2 Metodo Euristico per la determinazione delle matrici O/D	41
5.3 Matrici O/D per lo Stato Attuale	45
5.4 Matrici O/D per lo Stato di Progetto	49
6) Risultati delle simulazioni e confronto Stato Attuale-Stato di progetto	53
6.1 Risultati della simulazione sul corridoio dello stato attuale	53

6.2 Risultati della simulazione sul corridoio dello stato di progetto_____	69
6.3 Corridoi a confronto _____	85
7) Conclusioni _____	87
Bibliografia _____	89
Ringraziamenti _____	91
Allegati _____	92

1. INTRODUZIONE

Lo scopo della seguente tesi è quello di studiare, attraverso modelli di simulazione microscopica del traffico, un itinerario ben determinato all'interno di una zona più ampia.

Questo itinerario, o corridoio stradale, si trova nella zona est della città di Lucca, più precisamente si estende da una delle Porte cittadine, Porta Elisa, fino al nuovo Ospedale San Luca, in località San Filippo.

Nel Maggio 2014 infatti, l'Ospedale cittadino ha cambiato la sua sede originaria di Campo di Marte ed in virtù di ciò, si è reso necessario studiare il corridoio che i mezzi di soccorso si sarebbero trovati a dover percorrere per raggiungere la nuova sede.

Lo studio è stato effettuato andando a considerare sia la situazione attuale, sia la situazione futura, che prevede alcune importanti variazioni a livello di viabilità.

Il centro storico di Lucca, come ben noto, è circondato dalle Mura e all'esterno di esse, esiste una grande circonvallazione che si estende tutta intorno.

L'accesso al centro storico è consentito, appunto, grazie alla presenza delle Porte.

All'esterno di Porta Elisa c'è Piazzale Don Aldo Mei, uno dei nodi cittadini più importanti e allo stesso tempo più critici.

In questa zona infatti sono presenti numerose intersezioni semaforizzate che, nelle ore di punta, creano intasamenti e conseguentemente ritardi agli utenti stradali.

L'obiettivo è stato proprio quello di analizzare tutto il corridoio che a partire da Piazzale Don Aldo Mei, attraverso Viale C.Castracani e successivamente Via D.Alighieri raggiunge l'Ospedale San Luca.

Ovviamente sono stati analizzati anche tutti gli effetti collaterali sulle strade che si immettono nel corridoio, in particolare la Circonvallazione e Viale L.Cadorna.

Dopo aver studiato la situazione attuale, è stata ripetuta l'analisi andando ad inserire le nuove soluzioni progettuali e verificando che queste avessero realmente un effetto migliorativo delle condizioni del traffico.

Gli interventi proposti sono stati:

- la realizzazione di una grande rotatoria in Piazzale Don Aldo Mei;
- la realizzazione di uno spartitraffico posizionato nel centro della carreggiata in Viale C.Castracani in corrispondenza dell'intersezione con Via di Tiglio e Via N.Barbantini e la messa a senso unico di quest'ultima in direzione nord;
- la realizzazione di una rotatoria a doppia geometria in corrispondenza dell'intersezione tra Via D.Alighieri e Via Di Tempagnano.

2. IL SOFTWARE SIDRA INTERSECTION 6.0

2.1 Informazioni e caratteristiche

SIDRA INTERSECTION 6.0, acronimo di Signalised (& unsignalised) Intersection Design and Research Aid, è un programma di microsimulazione del traffico che è stato realizzato nell'aprile 2013 ed ha, fin da subito, introdotto dei grandi cambiamenti nella storia dei software di simulazione degli ultimi 30 anni.

Sviluppato e testato in Australia grazie all'ingegno di Rahmi Akcelik nelle sue versioni precedenti, i maggiori elementi di cambiamento dell'ultima versione, sono la capacità di modellazione di rete e la modellazione dei movimenti di origine-destinazione.

Il risultato ottenuto è quello di avere una migliore struttura dei dati e una migliore interfaccia grafica. Importanti miglioramenti sono stati poi introdotti attraverso degli aggiornamenti del software avvenuti in seguito alla realizzazione.

Il software viene utilizzato essenzialmente per la determinazione di capacità, livelli di servizio, prestazioni e analisi della qualità di viaggio all'interno del traffico stradale.

Non è invece possibile effettuare valutazioni di sicurezza.

Due elementi fondamentali del modello sono, ad esempio, la determinazione delle code sulle corsie a valle che bloccano le corsie a monte e la capacità di applicare dei vincoli alle corsie a monte sature per determinare le portate di uscita, limitando così i flussi entranti nelle corsie a valle.

Questi due elementi sono altamente connessi tra loro e con effetti opposti.

La soluzione per bilanciare questi effetti è ottenuta attuando il seguente processo:

- i flussi di svolta nelle intersezioni inseriti come dati di input sono considerati come “domanda”;
- le differenze tra le portate di domanda a monte e a valle sono trattate come plusvalenze di flussi e/o perdite di flussi;
- il vincolo di capacità viene applicato alle corsie saturate per determinare le portate di uscita. Di conseguenza la portata di uscita è determinata come il valore più piccolo tra portata di arrivo e capacità;
- le proporzioni di flusso specificate come input per i movimenti di corsia (cioè movimenti che collegano ciascun approccio ad una corsia, ad ogni corsia di uscita disponibile) sono utilizzate per l’assegnazione di origine-destinazione di ogni movimento di partenza da una corsia alla corsia di uscita e per determinare l’effetto del blocco che si ha a causa della coda di ogni corsia in uscita su ogni approccio ad un’intersezione;
- le probabilità di blocco delle corsie a causa delle code sono utilizzate per regolare (ridurre) la capacità delle corsie a monte;
- una ridotta capacità delle corsie a monte potrebbe causare sovrasaturazione e conseguentemente bassi flussi in uscita. Questo porterà ad avere una riduzione dei flussi in arrivo alle corsie a valle e le probabilità di blocco a causa delle code saranno quindi inferiori.

I risultati (outputs) forniti dal software evidenziano le differenze tra le portate della domanda e le portate all’arrivo e indicano rapidamente dove sono localizzati gli effetti di blocco delle corsie. Sono inoltre inclusi negli outputs le regolazioni di capacità (capacity adjustment) e le probabilità di blocco della corsia (lane blockage probabilities).

Inoltre, attraverso la metodologia proposta dall’HCM 2010 (Highway Capacity Manual 2010), implementata nel software insieme alla metodologia SIDRA Standard, è possibile stimare la capacità di una corsia, la quale, assieme ai flussi e alla determinazione delle code è essenziale per una

modellazione affidabile delle prestazioni di una rete, proprio perchè questi parametri sono altamente interdipendenti.

SIDRA INTERSECTION 6.0 incorpora poi due livelli di funzionalità a seconda del tipo di licenza che è stata impiegata:

- i titolari della licenza SIDRA INTERSECTION “PLUS” possono solo creare e modificare reti con 2 soli siti;
- i titolari della licenza SIDRA INTERSECCION “NETWORK” possono creare e modificare reti che comprendono fino a 20 siti.

In questo studio ci siamo avvalsi della seconda licenza, per cui è stato possibile analizzare contemporaneamente più siti, sia individualmente, sia soprattutto collegando un'intersezione all'altra per poi andare a vedere cosa succedeva sull'itinerario, o corridoio, risultante.

2.2 Principali impostazioni del software

SIDRA INTERSECTION 6.0 è un software che richiede molta precisione nei dati che devono essere inseriti e le impostazioni per far funzionare al meglio questo programma di microsimulazione del traffico, al fine di ricreare situazioni reali e di progetto attendibili, sono molte. Di seguito verranno indicate le principali impostazioni utilizzate per lo studio effettuato:

- capacità delle corsie stimata con il metodo proposto dall'HCM 2010;
- “Capacity Adjustment” calcolato automaticamente dal programma: in questo modo si tiene di conto delle code nelle corsie a valle che bloccano i veicoli a monte;
- i dati di traffico utilizzati, sono stati considerati “portate di progetto”, il che equivale a prendere in considerazione un PHF pari ad 1;
- i mezzi pesanti sono stati conteggiati fin dalle analisi di traffico preliminari, all'interno della categoria “veicoli leggeri” utilizzando un

coefficiente di equivalenza pari a 2,5, per cui, negli outputs, la percentuale risulta ovviamente pari allo 0%;

- velocità desiderata su tutto l'itinerario, o corridoio, pari a 50 km/h;
- critical gap (t_c) e follow-up headway (t_f) calcolati automaticamente dal programma su tutte le intersezioni;
- i parametri A e B per il calcolo della capacità sui rami di accesso alle intersezioni a rotatoria, sono stati variati rispetto alle impostazioni di default dell'HCM 2010, in quanto, sperimentalmente, si è visto che le misurazioni di t_c e t_f nella zona della Toscana presentano degli scostamenti abbastanza significativi rispetto agli stessi valori calcolati però negli USA. Per questo motivo sono stati utilizzati i dati presenti nella tabella sottostante (relativi alla sezione “North Tuscany”) e tratta dall'HCM 2010:

Table 10: HCM 2010 Capacity Model.

<i>HCM 2010 Capacity Model</i>					
	t_f (s)	t_c (s)	A	B	C_e (pc/h)
<i>Single Lane Roundabout</i>					
HCM 2010	3.19	5.19	1130	0.001	$1130 \cdot \exp((-1 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
NCHRP 572	3.20	5.10	1125	0.000972	$1125 \cdot \exp((-0.972 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
California	2.50	4.90	1440	0.00101	$1440 \cdot \exp((-1.01 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
North Tuscany	2.64	3.83	1364	0.00070	$1364 \cdot \exp((-0.70 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
<i>Left Lane Roundabout</i>					
HCM 2010	3.19	4.29	1130	0.00075	$1130 \cdot \exp((-0.75 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
NCHRP 572	3.40	4.50	1059	0.000778	$1059 \cdot \exp((-0.778 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
California	2.30	4.80	1565	0.001014	$1565 \cdot \exp((-1.014 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
North Tuscany	2.59	3.85	1390	0.000710	$1390 \cdot \exp((-0.70 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
<i>Right Lane Roundabout</i>					
HCM 2010	3.19	4.11	1130	0.0007	$1130 \cdot \exp((-0.7 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
NCHRP 572	3.10	4.20	1161	0.000736	$1161 \cdot \exp((-0.736 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
California	2.20	4.40	1636	0.000917	$1636 \cdot \exp((-0.917 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$
North Tuscany	2.63	3.64	1369	0.000646	$1369 \cdot \exp((-0.646 \cdot 10^{-3}) \cdot V_c)$

2.3 Elaborazioni ed outputs del software

Una volta che sono state inserite tutte quante le impostazioni e i dati relativi alla geometria delle varie intersezioni e al traffico circolante, SIDRA INTERSECTION 6.0 effettua la simulazione e restituisce gli outputs sotto forma di Indici e Livelli di Servizio.

I principali parametri forniti sono:

- *Speed Efficienty* (R_e) : rapporto tra la velocità media di viaggio (V_t) e la velocità media desiderata (V_d):

$$R_e = V_t / V_d$$

- *Travel Time Index* (TTI) : è determinato mediante la seguente espressione:

$$TTI = 10 * (R_e - R_l) / (1 - R_l) \quad \text{per } R_e > R_l$$

$$TTI = 0 \quad \text{per } R_e < R_l$$

Con R_l limite inferiore di *Speed Efficienty* quando $TTI = 0$ e pari a 0,1 per impostazioni di default.

- *Congestion Coefficient* (R_c) : rapporto tra la velocità desiderata (V_d) e la velocità media di viaggio (V_t):

$$R_c = V_d / V_t$$

Oltre a questi parametri ce ne sono tanti altri che riguardano vari aspetti come, ad esempio, i ritardi, il grado di saturazione, la lunghezza delle code, i costi operativi, i consumi e i risparmi di carburante, l'emissione di anidride carbonica, etc, etc... Per la visualizzazione completa di questi parametri, si rimanda ai paragrafi relativi ai risultati delle simulazioni.

Per quanto concerne invece i Livelli di Servizio (LoS), la Guida di SIDRA INTERSECTION 6.0, coerentemente con ciò che è riportato nel Manuale HCM 2010, ci fornisce le seguenti tabelle per farci capire come essi vengano stabiliti a seconda che abbiamo a che fare rispettivamente con un “sito” oppure con un “corridoio”:

Delay & v/c (HCM 2010) method for Site Level of Service definitions based on delay and v/c ratio (for vehicles)

Level of Service for $v/c \leq 1.0$	Average delay per vehicle in seconds (d)			Level of Service for $v/c > 1.0$
	Signals	"SIDRA Roundabout LOS" method (1)	Sign Control (HCM 2010 default for roundabouts)	
A	$d \leq 10$	$d \leq 10$	$d \leq 10$	F
B	$10 < d \leq 20$	$10 < d \leq 20$	$10 < d \leq 15$	F
C	$20 < d \leq 35$	$20 < d \leq 35$	$15 < d \leq 25$	F
D	$35 < d \leq 55$	$35 < d \leq 50$	$25 < d \leq 35$	F
E	$55 < d \leq 80$	$50 < d \leq 70$	$35 < d \leq 50$	F
F	$80 < d$	$70 < d$	$50 < d$	F

v/c (demand volume / capacity) ratio, or degree of saturation: $v/c > 1.0$ represents oversaturated conditions.

For US HCM (Metric) and US HCM (Customary) models in SIDRA INTERSECTION, this is the default LOS Method for vehicles.

HCM 2010 Method for Network Level of Service

Network Level of Service	Speed Efficiency	Travel Time Index
A	$0.85 < R_e \leq 1.0$	$8.3 < TTI \leq 10$
B	$0.67 < R_e \leq 0.85$	$6.3 < TTI < 8.3$
C	$0.50 < R_e \leq 0.67$	$4.4 < TTI < 6.3$
D	$0.40 < R_e \leq 0.50$	$3.3 < TTI < 4.4$
E	$0.30 < R_e \leq 0.40$	$2.2 < TTI < 3.3$
F	$0 \leq R_e \leq 0.30$	$0 \leq TTI \leq 2.2$

For the US HCM (Metric) and US HCM (Customary) models in SIDRA INTERSECTION, the HCM 2010 Method is the default Network Level of Service method.

3. LO STATO ATTUALE

La zona oggetto di studio è rappresentata nell'immagine seguente tratta da Google Earth, nella quale sono indicati in rosso il corridoio, in giallo la vecchia sede dell'ospedale ed in celeste la nuova sede:



Come si può vedere nella parte sinistra dell'immagine, il centro storico della città di Lucca è circondato da una grande circonvallazione e il problema è stato proprio quello di studiare il corridoio viario che i mezzi di soccorso provenienti dalla città, si trovano oggi a dover percorrere per raggiungere la nuova sede ospedaliera.

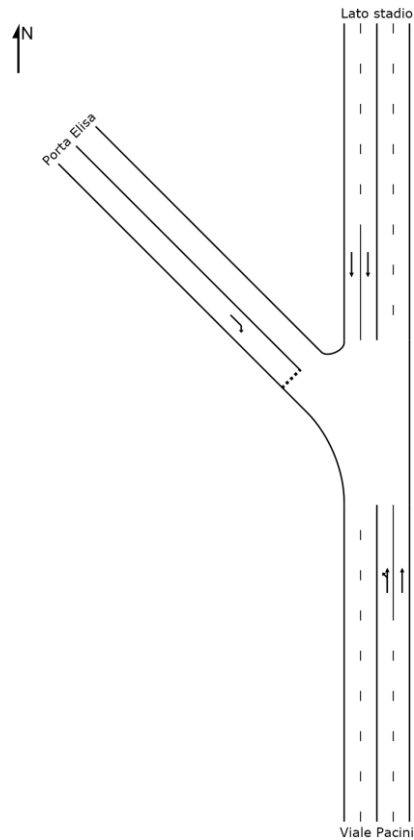
Di seguito invece è rappresentato il corridoio viario con, cerchiare, tutte le intersezioni analizzate. A partire dall'estrema sinistra e muovendoci in direzione nord - est lungo il corridoio, abbiamo:

- ✓ Piazzale Don Aldo Mei;
- ✓ Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini - Via di Tiglio;
- ✓ Rotatoria tra Viale C.Castracani e Via D.Alighieri;
- ✓ Intersezione Via D.Alighieri - Via Di Tempagnano;
- ✓ Rotatoria tra Via D.Alighieri e Via Romana.



3.1 Intersezione su Viale G.Pacini

Lo schema geometrico di questa intersezione è il seguente:

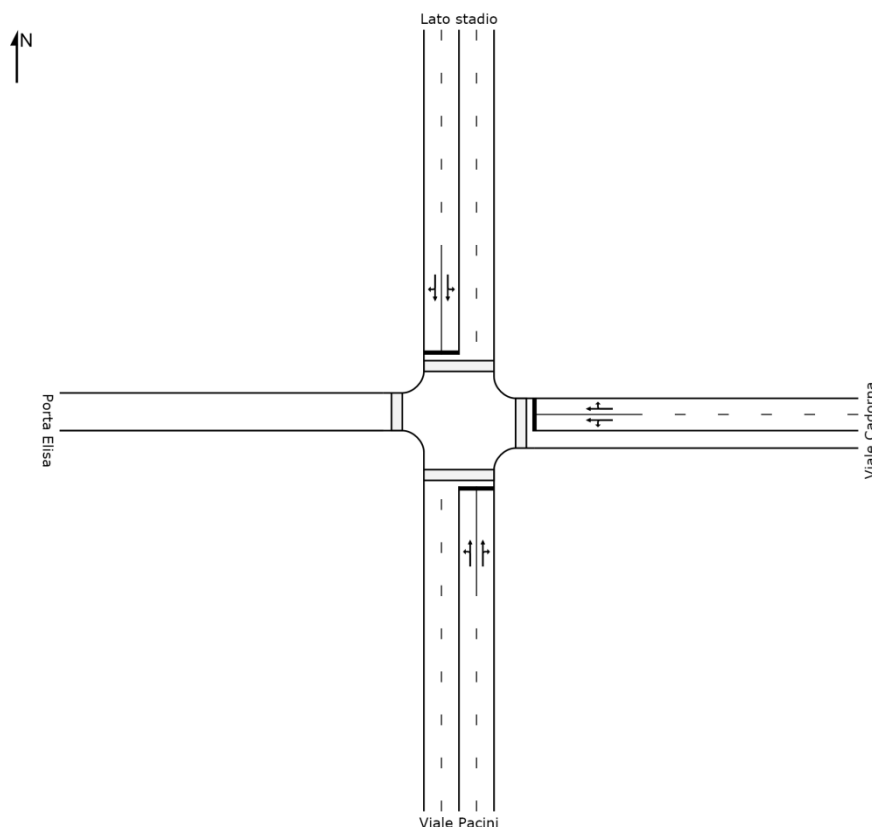


Si tratta di un'intersezione tra una strada principale ed una secondaria, con segnale di “dare precedenza” su quest'ultima.

Sulla strada principale abbiamo due corsie per senso di marcia di larghezza 3,25 m ciascuna, mentre sulla secondaria abbiamo una corsia di 5,00 m in approccio all'intersezione e una di 5,50 m in uscita.

3.2 Intersezione Circonvallazione-Viale L.Cadorna

Lo schema geometrico di questa intersezione semaforizzata è il seguente:



Si tratta dunque di un'intersezione a quattro bracci, in cui è stata fatta l'assunzione che non escano veicoli dal ramo "Porta Elisa" (per cui abbiamo solo una corsia in uscita dall'intersezione), poiché si è riscontrato da rilievi in sito, che da questa Porta escono solamente autobus di linea (ed in numero molto limitato), per cui l'approssimazione fatta è senza dubbio giustificata.

Su Viale Pacini e sul ramo "Lato stadio" abbiamo due corsie per senso di marcia di larghezza 3,25 m ciascuna; su Viale Cadorna abbiamo due corsie in ingresso di 3,00 m ciascuna ed una in uscita di 3,25 m; sul ramo che conduce a Porta Elisa abbiamo una corsia in uscita di 7,00 m.

Su tutti e quattro i rami sono presenti attraversamenti pedonali gestiti mediante impianto semaforico.

Per analizzare la situazione più critica, abbiamo considerato che il ciclo semaforico fosse di tipo fisso e suddiviso in 3 fasi ed una sottofase:

- FASE A (verde ai veicoli dei rami “Viale Pacini” e “Lato stadio”):
 - ✓ Verde = 29 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

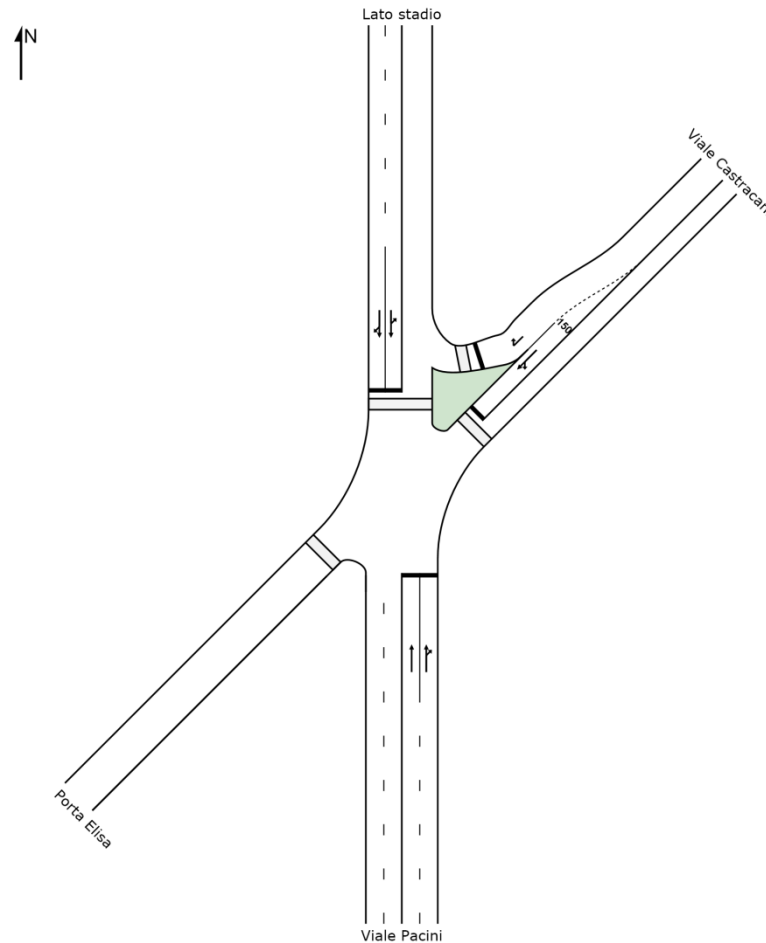
- SOTTOFASE A1 (verde ai veicoli del ramo “Lato stadio”):
 - ✓ Verde = 18 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

- FASE B (verde ai veicoli del ramo “Viale Cadorna”):
 - ✓ Verde = 24 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

- FASE C (verde ai pedoni su tutti i rami):
 - ✓ Verde = 6 sec.
 - ✓ Giallo = 12 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

3.3 Intersezione Circonvallazione-Viale C.Castracani

Lo schema geometrico di questa intersezione semaforizzata è il seguente:



Viale Pacini presenta due corsie per senso di marcia di 3,25 m ciascuna; Viale Castracani ha un by-pass per le svolte a destra di larghezza 5,50 m, una corsia in ingresso di 3,25 m ed una in uscita dall'intersezione di 3,55 m; sul ramo "Lato stadio" abbiamo due corsie in ingresso di 3,00 m ciascuna ed una corsia in uscita di 5,50 m; il ramo che va in direzione "Porta Elisa" è a senso unico e ha una larghezza di 7,00 m.

Sui rami "Viale Castracani", "Lato stadio" e "Porta Elisa" sono presenti attraversamenti pedonali gestiti mediante impianto semaforico.

Per analizzare la situazione più critica, abbiamo considerato che il ciclo semaforico fosse di tipo fisso e suddiviso in 4 fasi:

- FASE A (verde ai veicoli dei rami “Viale Pacini” e “Lato stadio”):
 - ✓ Verde = 29 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

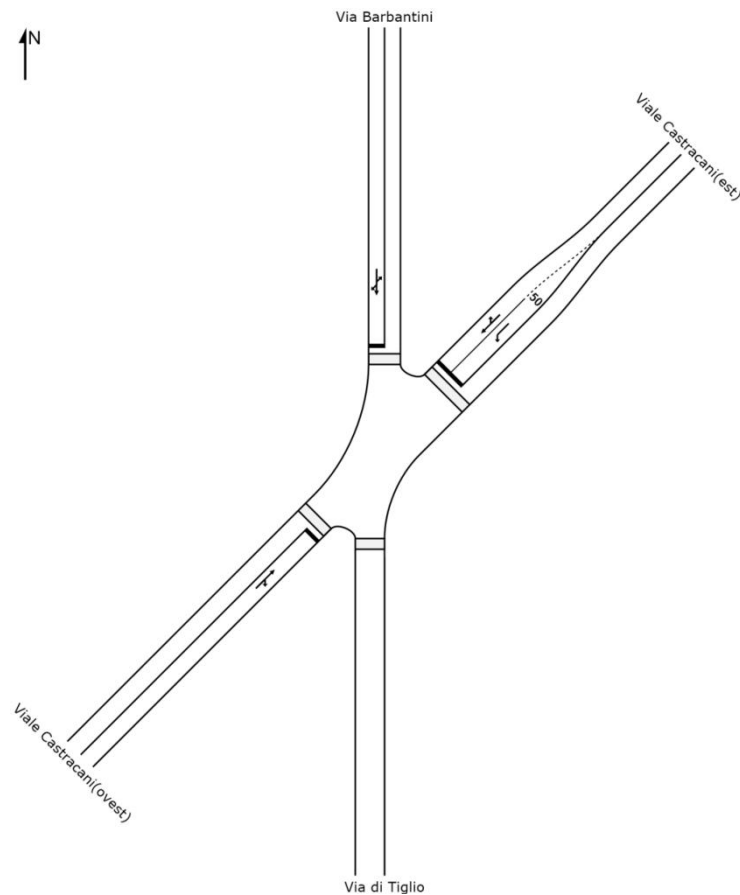
- FASE B (verde ai veicoli del ramo “Lato stadio”):
 - ✓ Verde = 18 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

- FASE C (verde ai veicoli del ramo “Viale castracani”):
 - ✓ Verde = 24 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

- FASE D (verde ai pedoni su tutti i rami):
 - ✓ Verde = 6 sec.
 - ✓ Giallo = 12 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

3.4 Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini - Via di Tiglio

Lo schema geometrico di questa intersezione semaforizzata è il seguente:



Viale Castracani (ovest) presenta una corsia in ingresso di 3,25 m ed una in uscita di 3,55 m, mentre in direzione opposta abbiamo due corsie in ingresso di 3,25 m ciascuna ed una in uscita di 3,55 m; Via di Tiglio è a senso unico in direzione sud ed ha una larghezza di 5,50 m; Via Barbantini ha una corsia per senso di marcia di 3,00 m.

Su tutti e quattro i rami sono presenti attraversamenti pedonali gestiti mediante impianto semaforico.

Per analizzare la situazione più critica, abbiamo considerato che il ciclo semaforico fosse di tipo fisso e suddiviso in 3 fasi ed una sottofase:

- FASE A (verde ai veicoli su Viale Castracani ovest ed est):
 - ✓ Verde = 60 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

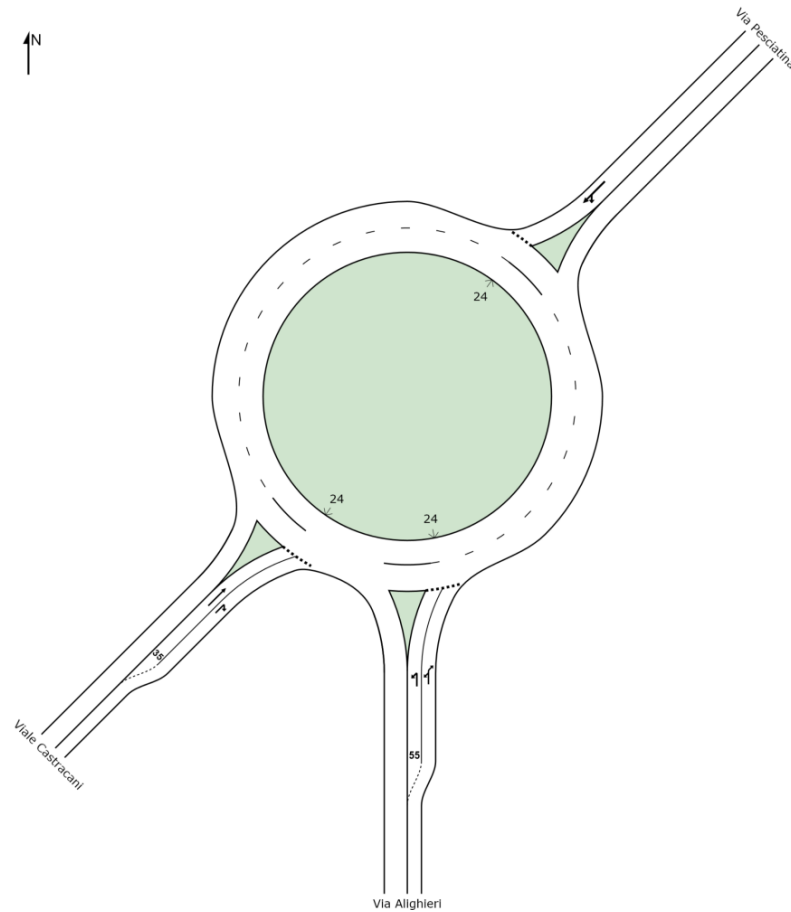
- SOTTOFASE A1 (verde ai veicoli su Viale Castracani est):
 - ✓ Verde = 10 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

- FASE B (verde ai veicoli su Via Barbantini):
 - ✓ Verde = 25 sec.
 - ✓ Giallo = 4 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

- FASE C (verde ai pedoni su tutti i rami):
 - ✓ Verde = 10 sec.
 - ✓ Giallo = 6 sec.
 - ✓ Tutto rosso = 2 sec.

3.5 Intersezione Viale C.Castracani - Via D.Alighieri

Lo schema geometrico di questa intersezione a rotatoria è il seguente:

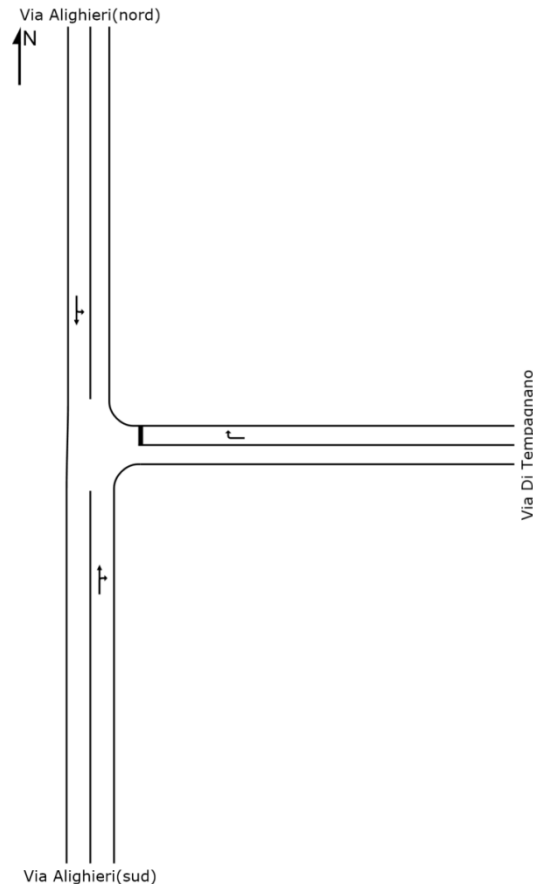


La rotatoria presenta due corsie di circolazione davanti a tutte le tre entrate.

Su Viale Castracani abbiamo due corsie in ingresso di larghezza 3,00 m ciascuna ed una corsia in uscita di 4,40 m; su Via Alighieri abbiamo due corsie in ingresso di larghezza 3,20 m ciascuna ed una in uscita di 5,20 m; su Via Pesciatina abbiamo una corsia in ingresso ed una in uscita di 4,40 m.

3.6 Intersezione Via D. Alighieri - Via Di Tempagnano

Lo schema geometrico di questa intersezione è il seguente:

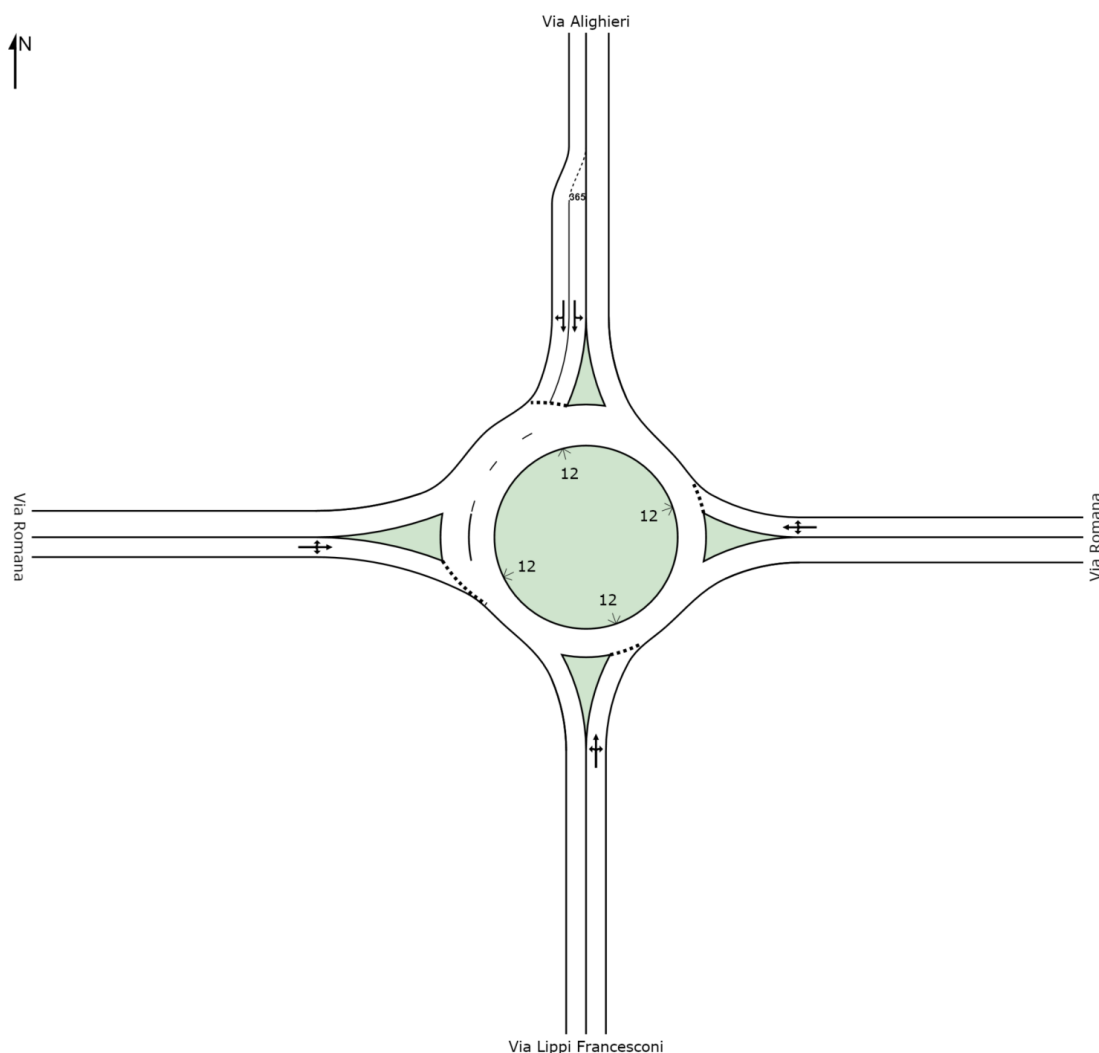


Si tratta di un'intersezione tra una strada principale ed una secondaria, con segnale di “stop” su quest'ultima.

Sulla strada principale (Via Alighieri) abbiamo una corsia per senso di marcia. Percorrendola da nord a sud, la corsia passa da una larghezza di 3,75 m a 4,00 m; in direzione opposta invece si passa da 4,00 m a 3,20; Via Di Tempagnano ha invece una corsia per senso di marcia di 3,25 m ed è importante notare che, giunti sulla linea di “stop”, l'unica manovra consentita è la svolta a destra.

3.7 Intersezione Via D.Alighieri - Via Romana - Via Lippi Francesconi

Lo schema geometrico di questa intersezione a rotatoria è il seguente:



La rotatoria presenta una corsia di circolazione davanti alle entrate nord, sud, est e due davanti all'entrata ovest.

Sulla Via Romana (ovest) abbiamo una corsia in ingresso di 3,50 m ed una corsia in uscita di 4,65 m; su Via Lippi Francesconi abbiamo una corsia in ingresso ed una in uscita entrambe di 3,50 m; sulla Via Romana (est) abbiamo una corsia in ingresso di 3,50 m ed una in uscita di 4,45 m; su Via Alighieri abbiamo due corsie in ingresso di 3,00 m ciascuna ed una in uscita di 4,00 m.

4. LO STATO DI PROGETTO

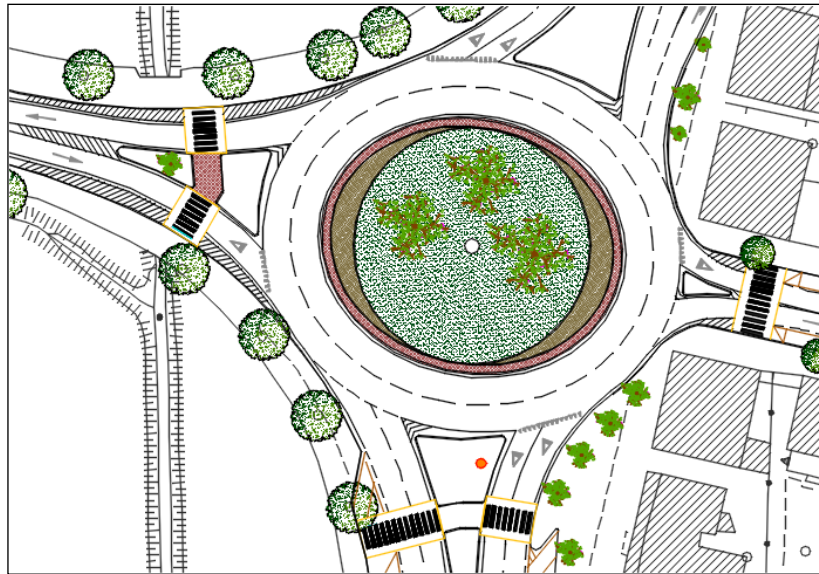
Come già scritto in precedenza, lo stato di progetto si basa su alcune modifiche dell'assetto viario che hanno la finalità principale di rendere più scorrevole la circolazione. Di seguito verranno indicati i nodi oggetto di rettifiche rispetto allo stato attuale e verranno precisati gli interventi attuati.

4.1 Rotatoria di Porta Elisa

L'amministrazione comunale lucchese, nei mesi scorsi, ha affidato uno studio di fattibilità al laboratorio Logit del Polo universitario di Pisa per verificare gli impatti e studiare le conseguenze di un'eventuale ridefinizione della zona esterna a Porta Elisa attraverso una rotatoria. L'idea consentirebbe di eliminare tutti quanti gli impianti semaforici con l'indubbio vantaggio di ridurre enormemente i tempi di attesa alle intersezioni e al contempo di avere un livello di sicurezza molto elevato per i numerosi pedoni che passano da quelle parti.

La soluzione proposta consiste in una rotatoria di grandi dimensioni con le seguenti caratteristiche principali:

- Semiasse maggiore $a = 34,50$ m;
- Semiasse minore $b = 30,50$ m;
- Rapporto $b/a = 0,88$;
- Raggio aiuola centrale a verde = $19,50$ m;
- Fascia semi-sormontabile = $1,50$ m;
- Larghezza anello = $9,00$ m.



Il problema principale di questa soluzione però è il fatto che, con l'ingresso ad una sola corsia da Viale L.Cadorna, attraverso il software di microsimulazione del traffico AIMSUN, risultavano essere presenti code eccessive su questo Viale, per cui si è resa necessaria una modifica geometrica di tutto il ramo.

Si è deciso quindi di togliere gli stalli di sosta posizionati sul ramo di ingresso alla rotatoria per realizzare una ulteriore corsia.

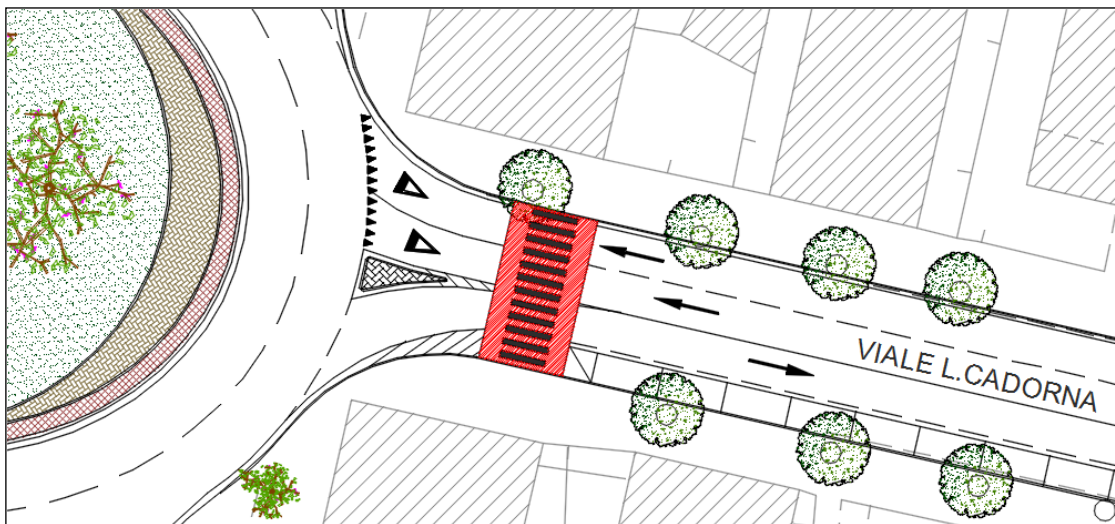
Alla fine abbiamo ottenuto due corsie in ingresso di 3,00 m ciascuna ed una corsia in uscita anch'essa di 3,00 m mantenendo su questo lato gli stalli di sosta.

A beneficiare di questa modifica è stata ovviamente la capacità in ingresso alla rotatoria e conseguentemente la riduzione drastica delle code sull'intero ramo, come dimostrato dalla simulazione effettuata con SIDRA INTERSECTION 6.0.

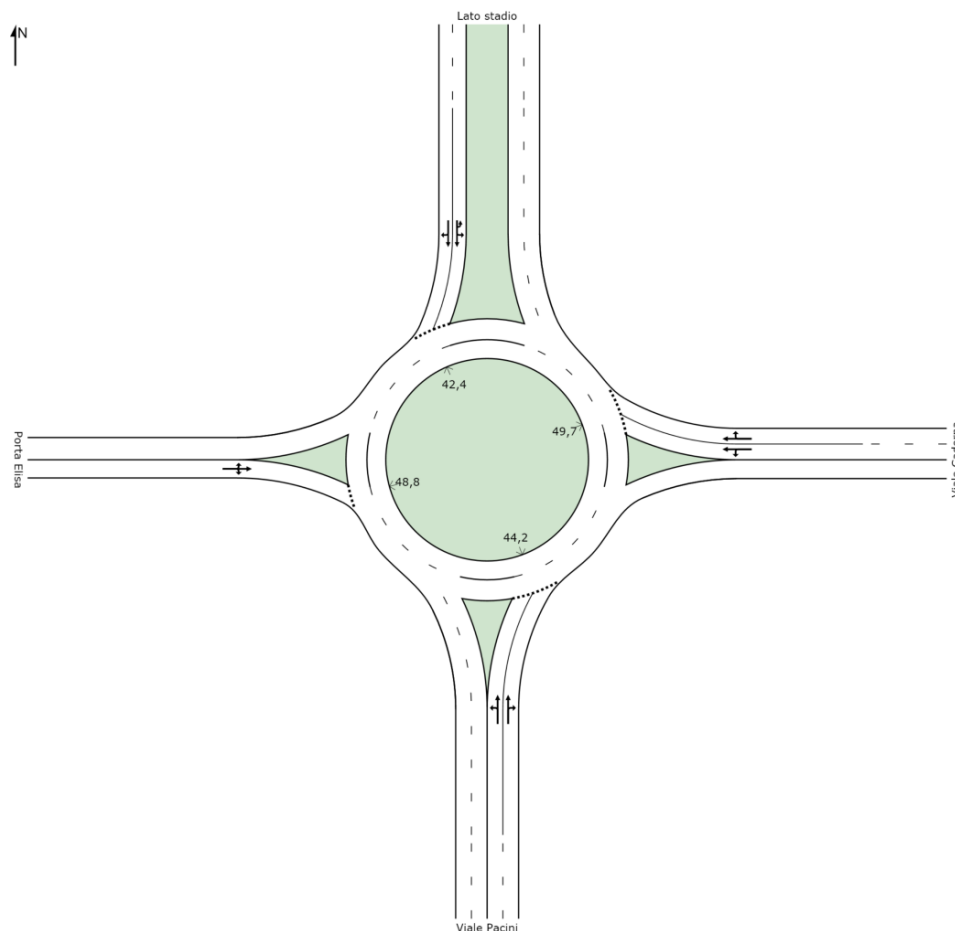
Per quanto riguarda gli altri elementi geometrici relativi a questo ramo, abbiamo:

- ✓ Raggio in entrata $R_i = 15,00$ m;
- ✓ Raggio in uscita $R_u = 20,00$ m;
- ✓ Larghezza entrata = 7,50 m;
- ✓ Larghezza uscita = 4,50 m;
- ✓ Larghezza banchina = 0,35 m;
- ✓ Larghezza stalli di sosta = 2,30 m.

Nell'immagine sottostante è riportata la soluzione appena descritta:



Lo schema geometrico di questa intersezione a rotatoria è il seguente:



La rotatoria presenta due corsie di circolazione davanti a tutte le quattro entrate.

Su Viale Pacini abbiamo due corsie in ingresso e due corsie in uscita tutte quante di 3,75 m di larghezza; su Viale Cadorna abbiamo due corsie in ingresso di 3,75 m ciascuna ed una corsia in uscita di 4,50 m; sul ramo “Lato stadio” abbiamo due corsie in ingresso e due corsie in uscita, separate però da un’ isola spartitraffico a forma di goccia le cui caratteristiche verranno precisate al paragrafo successivo. Le corsie in ingresso sono larghe 3,75 m ciascuna, mentre quelle in uscita 3,25 m. Infine, sul ramo che conduce a Porta Elisa abbiamo una corsia in ingresso di 4,35 m ed una in uscita di 5,30 m.

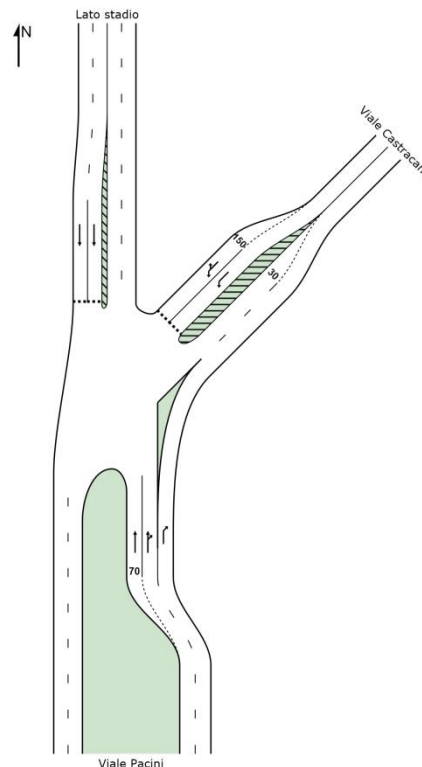
4.2 Goccia

La realizzazione della rotatoria di Porta Elisa, prevede poi la presenza di una isola di canalizzazione a forma di “goccia” che consente, a chi proviene da sud, di proseguire in direzione nord su Viale Marconi (circonvallazione) oppure di svoltare in direzione nord-est in Viale C.Castracani, come illustrato nella seguente immagine:



La modellazione di questa parte di rete con il software SIDRA INTERSECTION 6.0, è stata effettuata rappresentando l'intersezione come se fosse una intersezione a “T” con precedenza sulla strada principale (in questo caso la precedenza è degli utenti che si trovano a percorrere la “goccia”).

Lo schema utilizzato è il seguente:



Su Viale Pacini, le due corsie in uscita dalla rotatoria di Porta Elisa, diventano due corsie di 3,50 m ciascuna in avvicinamento alla nuova intersezione ed una corsia by-pass di larghezza 4,10 m in corrispondenza dell'immissione su Viale Castracani; per gli utenti che non utilizzano il by-pass, è comunque sempre possibile svoltare a destra in Viale Castracani mediante una ulteriore corsia di larghezza 4,10 m. Per coloro che invece provengono da Viale Castracani, sono presenti due corsie in ingresso 3,75 m ciascuna. Sul ramo "Lato stadio" abbiamo due corsie per senso di marcia ciascuna di 3,25 m che proseguono poi in direzione sud sempre con le stesse dimensioni.

4.3 Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini - Via di Tiglio

Con la realizzazione della rotatoria di Porta Elisa, il nuovo piano della viabilità prevede di mettere a senso unico in direzione nord, Via N.Barbantini. Inoltre saranno consentite soltanto le svolte a destra in suddetta via per chi arriva dalla Pesciatina (da nord-est) e in Via di Tiglio, per chi arriva da Porta Elisa, in quanto, in corrispondenza di questa intersezione verrà posizionato uno spartitraffico nel centro della carreggiata. Lo spartitraffico avrà una lunghezza totale di 60,00 m ed una larghezza massima di 2,30 m.

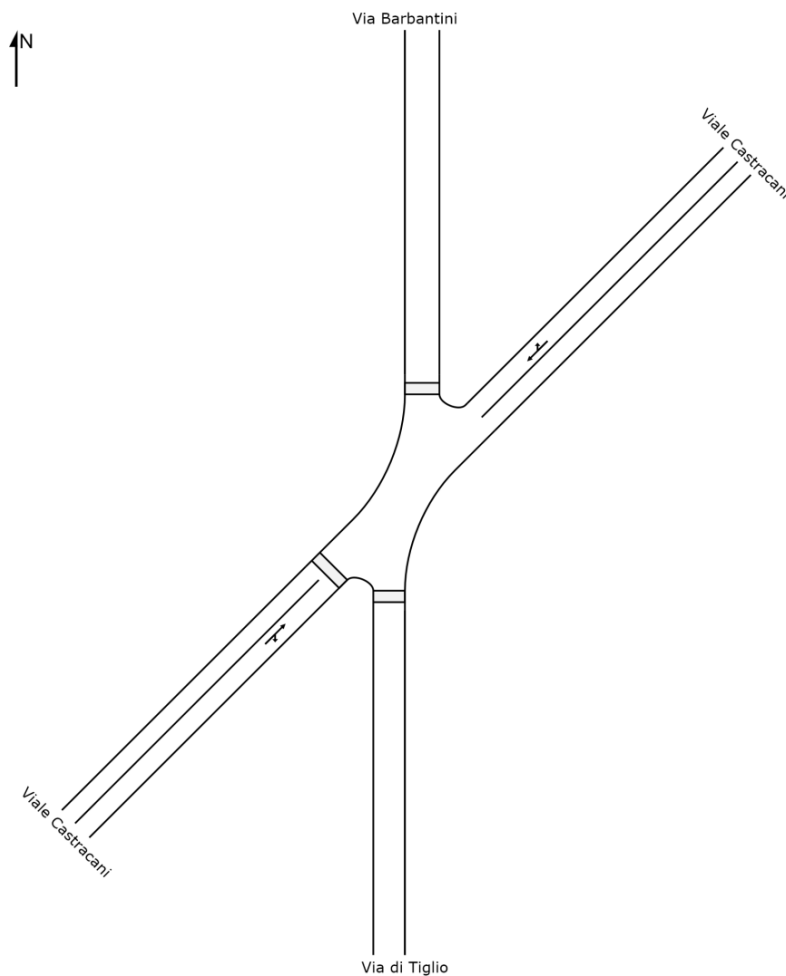
Verrà inoltre realizzato un attraversamento pedonale sfalsato in cui parte dello spartitraffico funzionerà da isola salvagente per i pedoni. In quel tratto, la larghezza dell'isola salvagente avrà una dimensione minima di 1,10 m.

Oltre a questi interventi, sono state riorganizzate anche le aree di parcheggio adiacenti alle corsie di marcia in modo da avere un miglioramento delle manovre di entrata e di uscita dalla sosta. Prendendo in considerazione le disposizioni CNR, gli stalli sono stati inclinati di 45° rispetto all'asse stradale, con una profondità di 4,50 m ed una larghezza minima di 2,30 m, che, in corrispondenza dello spartitraffico diviene di 2,50 m. Con queste dimensioni, lo spazio retrostante lo stallo di sosta necessario per consentire una agevole manovra di uscita dallo stallo stesso, varia dai 3,50 m ai 5,50 m, in linea quindi con lo spazio disponibile, visto che le corsie, in corrispondenza dello spartitraffico progettato, sono di 3,50 m, a cui poi va aggiunta la larghezza delle banchine.

Ovviamente, a seguito di questi interventi, i flussi di traffico che prima transitavano in Via N.Barbantini per immettersi su Viale C.Castracani, dovranno ridistribuirsi sulle strade limitrofe.

L'ipotesi più plausibile è che, in parte, essi vadano sulla circonvallazione ed in parte transitino da Via V.Lunardi, una strada parallela a Via N.Barbantini.

La nuova intersezione, dunque, avrà uno schema di questo tipo:



Viale Castracani, in corrispondenza dell'intersezione, avrà una corsia per senso di marcia di larghezza 3,50 m ciascuna; Via Barbantini avrà una larghezza complessiva di 6,00 m; Via di Tiglio rimarrà come nello stato attuale e cioè a senso unico in direzione sud, con una larghezza della corsia di 5,50 m.

4.4 Rotatoria tra Via D.Alighieri e Via Di Tempagnano

Rispetto allo stato attuale dove abbiamo una intersezione a “T” con segnale di “stop” sulla strada secondaria (Via Di Tempagnano), è stata proposta, per lo stato di progetto, una soluzione a rotatoria per ovviare a problemi di code che

vengono a crearsi nei periodi di punta soprattutto su Via D.Alighieri, nel tratto compreso tra la rotatoria tra Viale Castracani - Via Alighieri - Via Pesciatina e l'intersezione in esame.

La causa principale di queste code sono le svolte a sinistra per entrare in Via Di Tempagnano (benché queste manovre siano impedita, vista la presenza della striscia continua), dove, oltre ad essere presenti numerose abitazioni, è situata l'entrata principale del Superstore Esselunga dell'Arancio.

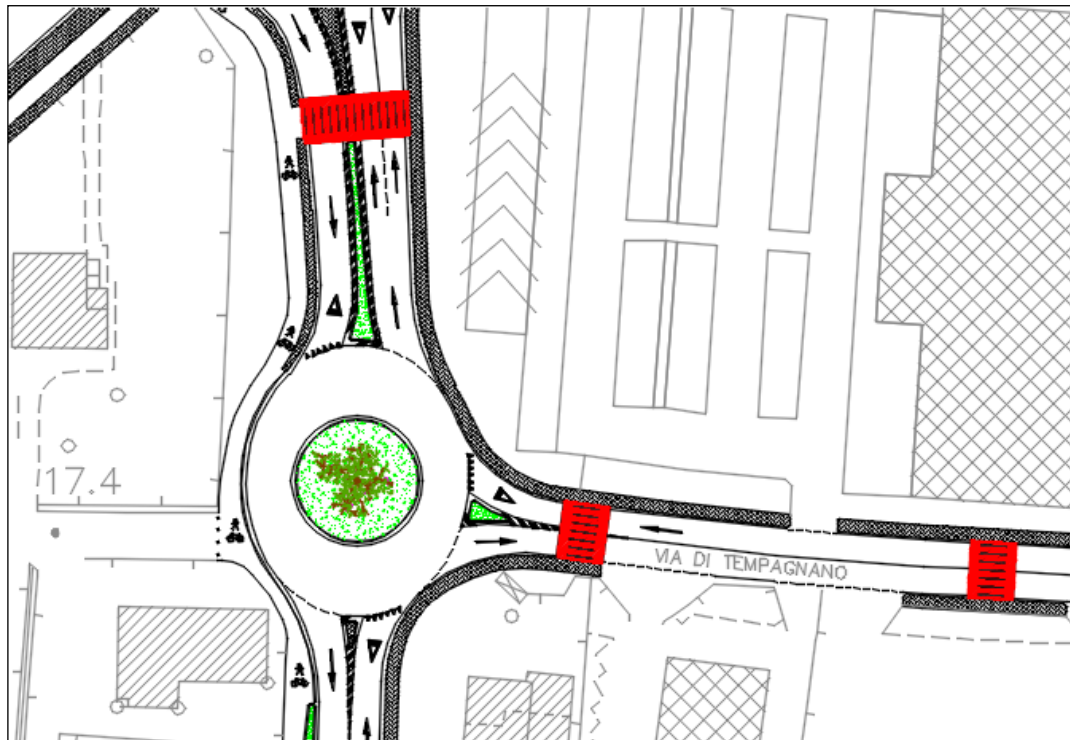
L'obiettivo è dunque quello di rendere più agevoli tali manovre di svolta a sinistra, evitando che esse creino intralcio a coloro i quali vogliono proseguire a dritto in Via D.Alighieri.

Tutto ciò è stato verificato esser possibile andando ad inserire una rotatoria a doppia geometria (esternamente di forma ellittica ma con isola centrale perfettamente circolare).

Le caratteristiche principali sono indicate di seguito:

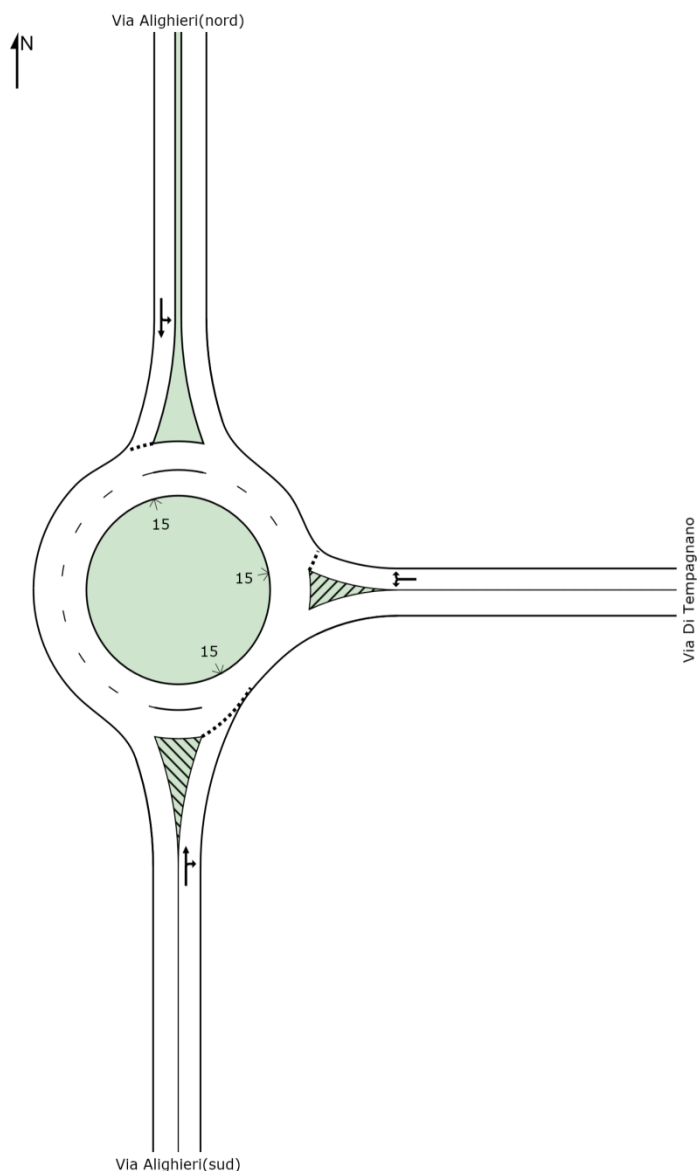
- Semiasse maggiore $a = 16,50$ m;
- Semiasse minore $b = 13,50$ m;
- Rapporto $b/a = 0,82$;
- Raggio aiuola centrale a verde $= 7,50$ m;
- Larghezza massima anello $= 8,50$ m;
- Larghezza minima anello $= 5,50$ m;
- Raggi di ingresso $= 15,00$ m su tutti i rami;
- Raggi di uscita $= 25,00$ m su Via Alighieri;
- Raggio di uscita $= 20$ m su Via Di Tempagnano.

Nell'immagine sottostante è riportata la soluzione appena descritta:



Questo intervento comporterà una piccola traslazione verso nord di Via Di Tempagnano (limitata alla sua parte iniziale). Si può inoltre notare come, la progettazione della rotatoria, abbia portato anche alla ridefinizione della parte di pista ciclo-pedonale che fiancheggiava Via Alighieri.

Lo schema geometrico di questa intersezione a rotatoria è il seguente:

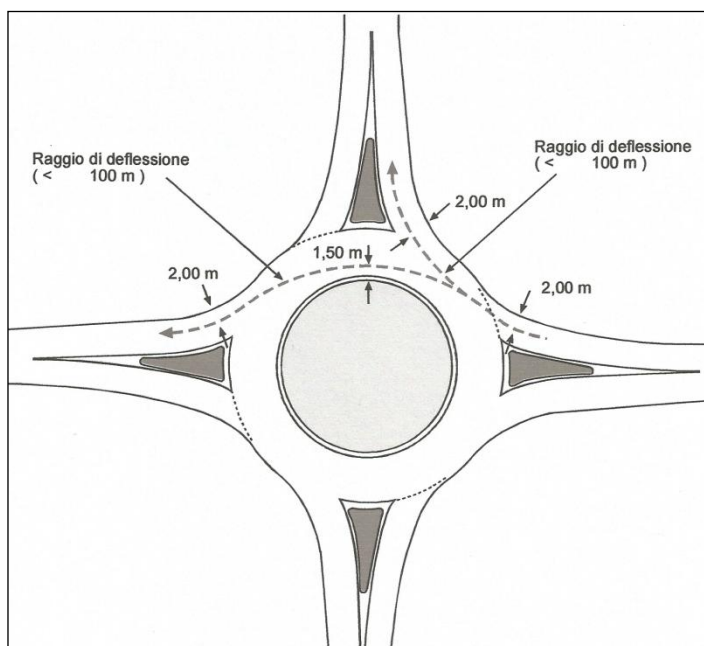


La rotatoria presenta due corsie di circolazione davanti alle entrate su Via Alighieri ed una davanti all'entrata su Via Di Tempagnano.

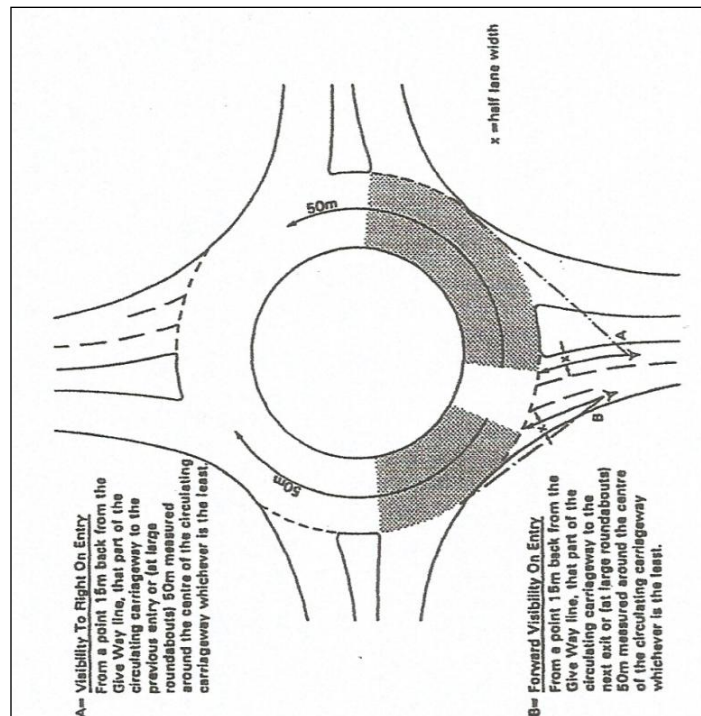
Su Viale Alighieri (nord) abbiamo una corsia in ingresso di 3,75 m ed una in uscita di 4,50 m; su Viale Alighieri (sud) abbiamo una corsia in ingresso di 4,00 m ed una in uscita di 4,50; su Via Di Tempagnano abbiamo una corsia in ingresso di 3,75 m ed una in uscita di 4,50 m.

4.4.1 Le verifiche

Verifiche di deflessione: sono state analizzate tutte le traiettorie ideali del passaggio dei veicoli, così come riportato nella figura sottostante, ed esse risultano tutte quante inferiori a 100 m, garantendo un efficace rallentamento in rotatoria.

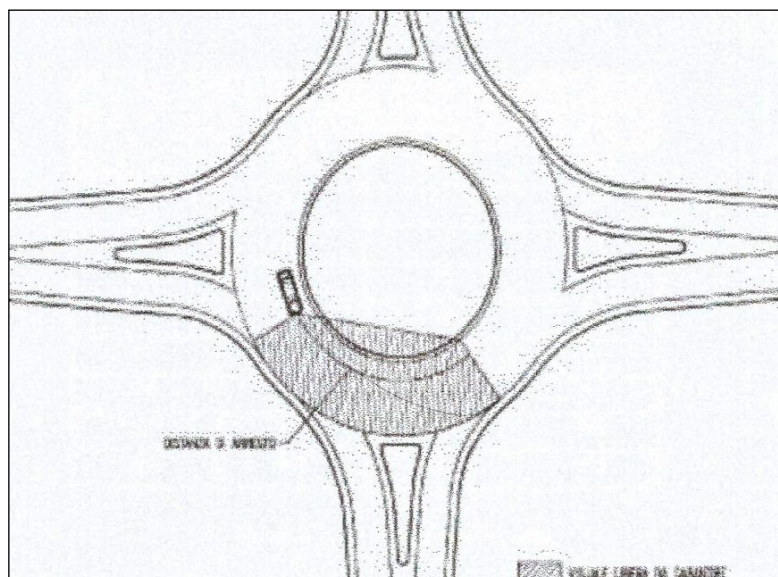


Verifiche di visibilità: sono state effettuate le verifiche di visibilità per i conducenti che si approssimano alla rotatoria in modo che essi possano ridurre la velocità ed eventualmente arrestarsi in tutta sicurezza. La Normativa Inglese prescrive le distanze di visuale libera riportate nella figura seguente, nella quale è possibile leggerle in riferimento alla “mano destra”.



Sono inoltre stati costruiti i triangoli di visibilità con le zone da tenere sgombre da ostacoli di altezza superiore ad 1,00 m.

Un'ulteriore verifica è stata quella per l'arresto dei veicoli che percorrono la rotatoria, per la presenza di oggetti o altri veicoli. Questa fascia di visibilità, come si può vedere dalla figura sottostante, incide sull'arredo dell'isola centrale.



Per il calcolo della distanza d'arresto si è fatto riferimento alla tabella sottostante considerando una pendenza longitudinale “i” dello 0% e una velocità di circolazione nell'anello, espressa in km/h, pari a:

$$Vr = 3,6 * \sqrt{(2,25 * R)}$$

Velocità (km/h)	Distanza di arresto (m)		
	Pendenza longitudinale “i”		
	-5.0 %	0 %	+5.0 %
25	24	23	23
30	31	30	29
40	43	41	39
50	58	55	52
60	76	71	67
70	97	90	84
80	122	111	103
90	151	136	125

4.5 Intersezione Via D.Alighieri - Via Romana - Via Lippi Francesconi

Anche questa intersezione nello stato di progetto subisce delle variazioni. Il problema principale riguarda infatti la “deflessione della traiettoria veloce” per i veicoli che dalla Via Romana (ovest) si immettono nell'intersezione per poi imboccare la seconda uscita (sempre sulla Via Romana).

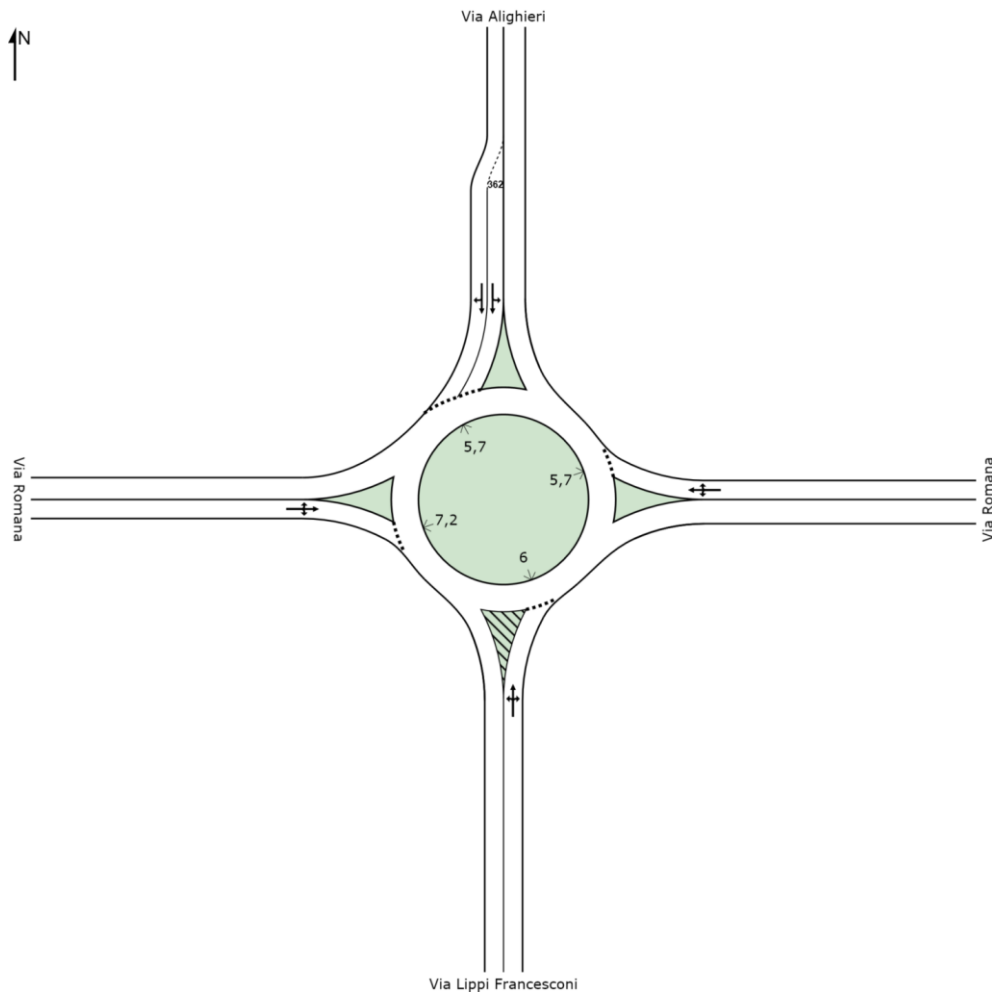
La nuova soluzione geometrica è stata studiata sempre all'interno del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale dell'Università di Pisa (ed è stata oggetto di Tesi di Laurea) ed è risultata molto migliore rispetto a quella dello stato attuale. Il problema è stato eliminato e dunque si è avuto un incremento notevole in termini di sicurezza.

Se ne riporta di seguito il risultato finale:



Riprendendo questa nuova configurazione geometrica ed immettendo i dati nel software SIDRA INTERSECTION 6.0 è stato possibile modellare opportunamente questa intersezione così come fatto con le precedenti.

Lo schema geometrico è il seguente:



Per quanto riguarda il numero di corsie davanti alle singole entrate, la rotatoria presenta una corsia di circolazione davanti ad ogni entrata.

Su Via Alighieri abbiamo due corsie in ingresso di 3,00 m ciascuna ed una in uscita di 6,00 m; su Via Romana (ovest) abbiamo una corsia in ingresso di 3,50 m ed una in uscita di 4,00 m; su Via Lippi Francesconi abbiamo una corsia in ingresso di 3,50 m ed una corsia in uscita anch'essa di 3,50 m; su Via Romana (est) abbiamo una corsia in ingresso di 3,50 m ed una in uscita di 4,50 m.

5. DATI DI TRAFFICO

5.1 Premessa

L'acquisizione e l'immissione nel software dei dati di traffico sono da considerarsi passaggi fondamentali per lo studio in esame.

I dati utilizzati provengono da studi molto approfonditi (che sono stati parte integrante di Tesi di Laurea svolte all'interno del Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Pisa) effettuati su tutta la rete viaria della città di Lucca e basati su rilievi in sito mediante strumentazioni opportune quali, ad esempio, radar e telecamere.

I dati ottenuti mediante questi rilievi, sono stati successivamente inseriti in un programma di macrosimulazione del traffico (TransCAD), il quale, dopo essere stato opportunamente impostato, ha restituito i valori dei flussi di traffico su tutte le strade appartenenti alla rete.

Avvalendosi di questi risultati, integrati poi da ulteriori e specifiche indagini nei vari siti di interesse, è stato possibile ottenere i valori dei flussi veicolari che interessavano le intersezioni e conseguentemente il corridoio oggetto di studio.

5.2 Metodo Euristico per la determinazione delle matrici O/D

Per inserire i flussi veicolari in SIDRA INTERSECTION 6.0 si è dovuto prima far ricorso al "Metodo Euristico" in quanto il software richiede, non tanto il numero di veicoli che transitano in una determinata sezione stradale, quanto piuttosto il numero di veicoli che in una determinata intersezione svoltano a destra, svoltano a sinistra oppure vanno a dritto.

L'applicazione di questo metodo consente quindi di ottenere, per ciascuna intersezione, la propria matrice O/D.

Il nodo deve ovviamente essere in equilibrio (i flussi entranti dai vari rami, devono eguagliare i flussi uscenti). Per la determinazione della matrice O/D di distribuzione dei flussi, si adotta l'ipotesi di ripartizione in proporzione ai valori di flusso entrante sui diversi rami: il flusso che da una entrata "i" è diretto ad una uscita "j" è dato dal prodotto del flusso totale che esce da "j" per il rapporto tra il flusso che entra da "i" e la somma dei flussi che entrano da tutti i rami,"j" escluso (si impone che i veicoli non ritornino mai indietro sul ramo da cui entrano).

In pratica:

$$Q_{ij} = \frac{Q_{ei}}{\sum_{i=1}^n Q_{ei} - Q_{ej}} * Q_{uj}$$

Si ottiene così in prima battuta una matrice O/D:

O/D	1	2	3	4
1	0	Q_{12}	Q_{13}	Q_{14}
2	Q_{21}	0	Q_{23}	Q_{24}
3	Q_{31}	Q_{32}	0	Q_{34}
4	Q_{41}	Q_{42}	Q_{43}	0

Questa matrice però è corretta solo nei totali di colonna (flussi uscenti,OUT) mentre i totali di riga (flussi entranti,IN) differiscono di un "Δ" in più od in meno dai corrispondenti valori effettivi (Eff.) dei flussi di ramo; ciò è riepilogato con un esempio numerico nella tabella che segue:

O/D	1	2	3	4	IN	Eff.	Δ
1	0	207	92	284	583	492	91
2	153	0	132	409	694	708	-14
3	73	142	0	194	409	337	72
4	184	356	158	0	698	847	-149
OUT	410	705	382	887	2384		
Eff.	410	705	382	887			
Δ	0	0	0	0			

E' quindi necessario correggere opportunamente questa prima matrice O/D in modo tale che sia i totali di riga che quelli di colonna rispecchino i valori dei flussi di ramo entranti ed uscenti della condizione di traffico di riferimento.

Questa operazione di correzione viene compiuta con procedimento iterativo di ripartizione degli scostamenti tra valori reali (Eff.) e totali di riga e, alternativamente, di colonna in ragione del rispettivo peso percentuale del singolo elemento di matrice sul totale di riga, ovvero di colonna, stesso.

La formula per l'applicazione di questo metodo è riportata di seguito:

$$\Delta_{ij} = -\Delta_{ei} * \frac{Q_{ij}}{Q_{ei}}$$

La matrice che infine risulta,dopo i vari passi di iterazione,presenta solo degli scostamenti minimi e che rientrano nei normali limiti di approssimazione con i valori dei flussi di ramo della condizione di traffico di riferimento. Riprendendo l'esempio numerico precedente,alla fine si ha:

O/D	1	2	3	4	IN	Eff.	Δ
1	0	166	72	254	492	492	0
2	142	0	124	442	708	708	0
3	55	112	0	170	337	337	0
4	218	440	189	0	847	847	0
OUT	415	718	385	866	2384		
Eff.	410	705	382	887			
Δ	5	13	3	-21			

Lo scostamento di maggiore entità ($21/866=0,024$) è inferiore ad usuali limiti di approssimazione, per cui si assume come soluzione la matrice O/D ottenuta dall'ultima correzione:

O/D	1	2	3	4
1	0	166	72	254
2	142	0	124	442
3	55	112	0	170
4	218	440	189	0

Questo procedimento è stato utilizzato per determinare tutte quante le matrici O/D relative alle varie intersezioni oggetto di studio, sia per lo stato attuale, sia per lo stato di progetto.

5.3 Matrici O/D per lo Stato Attuale

✓ Intersezione su Viale Pacini.

Utilizzando i dati di traffico a disposizione, si è ritenuto opportuno fare l'ipotesi che il 95% dei veicoli provenienti dal ramo 2 (Viale Pacini) e diretti a Porta Elisa, svoltino a sinistra a questa intersezione, evitando così il semaforo dell'intersezione successiva. Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Porta Elisa;
2. Viale Pacini;
3. Lato Stadio.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3
1	0	6	0
2	330	0	1074
3	0	786	0

✓ Intersezione Circonvallazione - Viale L.Cadorna.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Porta Elisa;
2. Viale Pacini;
3. Viale Cadorna;
4. Lato stadio.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3	4
1	0	0	0	0
2	17	0	402	672
3	215	461	0	416
4	7	786	425	0

✓ Intersezione Circonvallazione - Viale C.Castracani.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Porta Elisa;
2. Viale Pacini;
3. Viale Castracani;
4. Lato stadio.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3	4
1	0	0	0	0
2	0	0	747	347
3	226	747	0	139
4	133	464	185	0

✓ Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini - Via di Tiglio.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Viale Castracani(sud-ovest);
2. Via di Tiglio;
3. Viale Castracani(nord-est);
4. Via Barbantini.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3	4
1	0	167	599	152
2	0	0	0	0
3	710	86	0	78
4	400	48	173	0

✓ Intersezione Viale C.Castracani - Via D.Alighieri.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Viale Castracani;
2. Via Alighieri;
3. Via Pesciatina.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3
1	0	764	18
2	761	0	113
3	103	636	0

✓ Intersezione Via D.Alighieri - Via Di Tempagnano.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Via Alighieri (nord);
2. Via Alighieri (sud);
3. Via Di Tempagnano.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3
1	0	1129	271
2	700	0	140
3	190	0	0

✓ Intersezione Via D.Alighieri - Via Romana -Via Lippi Francesconi.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Via Romana (ovest);
2. Via Lippi Francesconi;
3. Via Romana (est);
4. Via Alighieri.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3	4
1	0	47	141	277
2	28	0	30	58
3	242	86	0	505
4	466	166	497	0

5.4 Matrici O/D per lo Stato di Progetto

✓ Rotatoria di Porta Elisa.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Porta Elisa;
2. Viale Pacini;
3. Viale Cadorna;
4. Lato stadio.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3	4
1	0	6	3	6
2	344	0	400	702
3	215	460	0	440
4	369	787	427	0

✓ Goccia.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Viale Pacini;
2. Viale Castracani;
3. Lato stadio.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3
1	0	1022	352
2	917	0	133
3	886	0	0

✓ Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini - Via di Tiglio.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Viale Castracani (sud-ovest);
2. Via di Tiglio;
3. Viale Castracani (nord-est);
4. Via Barbantini.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3	4
1	0	167	751	0
2	0	0	0	0
3	796	0	0	78
4	0	0	0	0

✓ Intersezione Viale C.Castracani - Via D.Alighieri.

Ai fini delle determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Viale Castracani;
2. Via Alighieri;
3. Via Pesciatina.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3
1	0	764	18
2	761	0	113
3	103	636	0

✓ Rotatoria tra Via D.Alighieri e Via Di Tempagnano.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Via Alighieri (nord);
2. Via Alighieri (sud);
3. Via Di Tempagnano.

Matrice O/D:

O/D	1	2	3
1	0	1068	309
2	758	0	102
3	132	61	0

✓ Intersezione Via D.Alighieri - Via Romana- Via Lippi Francesconi.

Ai fini della determinazione della matrice O/D, i rami sono stati così numerati:

1. Via Romana (ovest);
2. Via Lippi Francesconi;
3. Via Romana (est)
4. Via Alighieri.

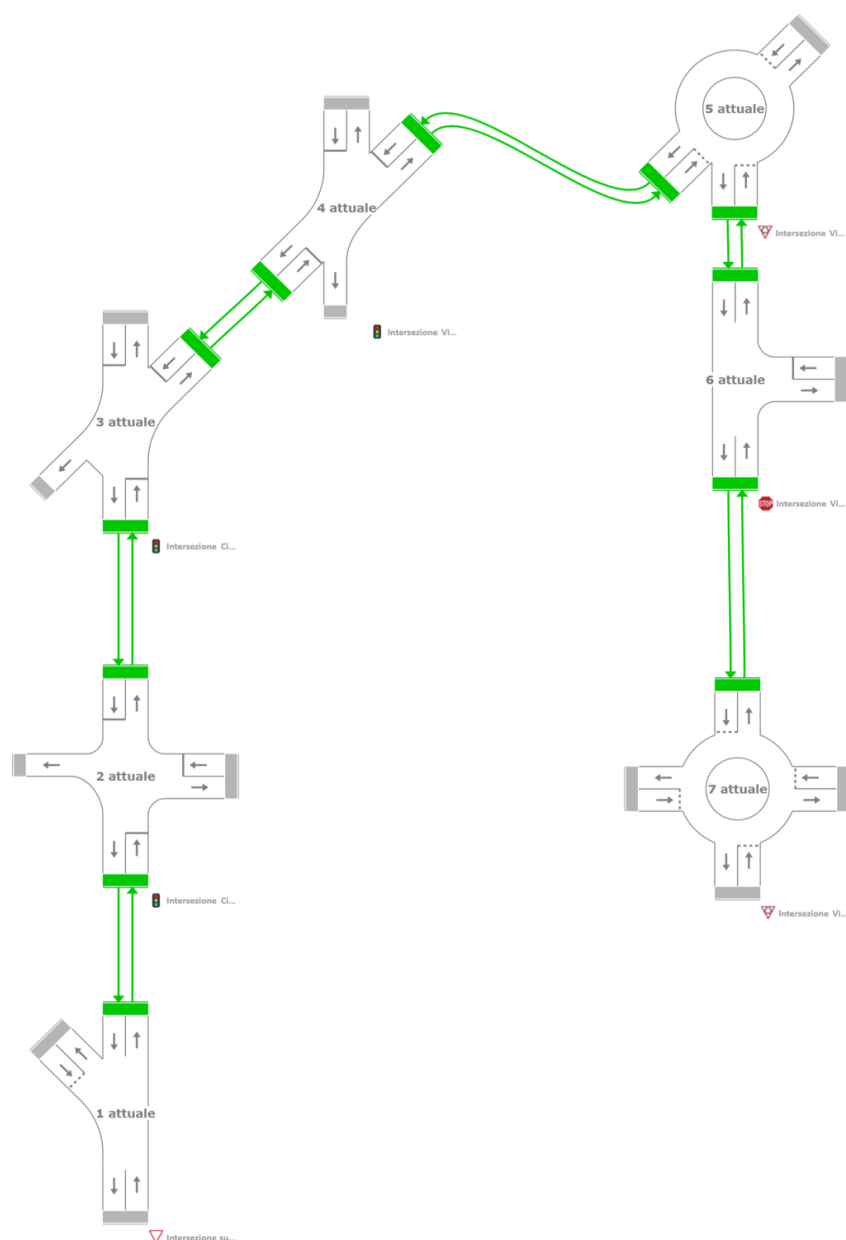
Matrice O/D:

O/D	1	2	3	4
1	0	47	141	277
2	28	0	30	58
3	242	86	0	505
4	466	166	497	0

6. CONFRONTO STATO ATTUALE - STATO DI PROGETTO

6.1 Risultati della simulazione sul corridoio dello stato attuale

La rappresentazione che SIDRA INTERSECTION 6.0 fa delle varie intersezioni analizzate, collegate tra di loro mediante la versione NETWORK del programma, al fine di ottenere il corridoio oggetto di studio, è una rappresentazione schematica che possiamo apprezzare grazie all'immagine seguente estrapolata dal software:



Per completezza si riporta anche la tabella riassuntiva con i vari parametri del corridoio:

NETWORK SUMMARY

Network: Corridoio ATTUALE

Network Performance - Hourly Values									
Performance Measure	Vehicles		Per Unit Distance		Percent	Pedestrians		Persons	
Network Level of Service (LOS)	LOS F								
Travel Time Index	0,07								
Speed Efficiency	0,11								
Congestion Coefficient	9,43								
Travel Speed (Average)	5,3	km/h				1,7	km/h	5,2	km/h
Travel Distance (Total)	4714,9	veh-km/h				27,6	ped-km/h	5685,5	pers-km/h
Travel Time (Total)	889,7	veh-h/h				16,6	ped-h/h	1084,2	pers-h/h
Desired Speed	50,0	km/h							
Demand Flows (Total)	18365	veh/h				870	ped/h	17727	pers/h
Arrival Flows (Total)	14773	veh/h				870	ped/h	17727	pers/h
Percent Heavy Vehicles (Demand)	0,0	%							
Percent Heavy Vehicles (Arrival)	0,0	%							
Degree of Saturation	3,383								
Control Delay (Total)	784,38	veh-h/h				11,43	ped-h/h	952,69	pers-h/h
Control Delay (Average)	191,1	sec				47,3	sec	193,5	sec
Control Delay (Worst Lane)	1136,0	sec							
Control Delay (Worst Movement)	1136,0	sec				58,7	sec	1136,0	sec
Geometric Delay (Average)	0,0	sec							
Stop-Line Delay (Average)	191,1	sec							
Queue Storage Ratio (Worst Lane)	3,96								
Total Effective Stops	17650	veh/h				812	ped/h	21991	pers/h
Effective Stop Rate	1,19	per veh	3,7	per km		0,93	per ped	1,24	per pers
Proportion Queued	0,79					0,93		0,84	
Performance Index	1930,8					21,1		1951,8	
Cost (Total)	12804,54	\$/h	2,72	\$/km		154,38	\$/h	12958,92	\$/h
Fuel Consumption (Total)	1505,0	L/h	319,2	mL/km					
Fuel Economy	31,9	L/100km							
Carbon Dioxide (Total)	3536,8	kg/h	750,1	g/km					
Hydrocarbons (Total)	0,385	kg/h	0,082	g/km					
Carbon Monoxide (Total)	2,377	kg/h	0,504	g/km					
NOx (Total)	0,741	kg/h	0,157	g/km					

Network Model Accuracy Level (largest change in degree of saturation for any lane): 8,5 %

Number of Iterations: 10

Network Level of Service (LOS) Method: HCM 2010.

Model used: US HCM (Metric).

Network Performance - Annual Values						
Performance Measure	Vehicles		Pedestrians		Persons	
Demand Flows (Total)	8.815.147	veh/y	417.391	ped/y	8.509.031	pers/y
Delay	376.502	veh-h/y	5.489	ped-h/y	457.291	pers-h/y
Effective Stops	8.471.800	veh/y	389.542	ped/y	10.555.700	pers/y
Travel Distance	2.263.155	veh-km/y	13.227	ped-km/y	2.729.013	pers-km/y
Travel Time	427.041	veh-h/y	7.957	ped-h/y	520.406	pers-h/y
Cost	6.146.178	\$/y	74.102	\$/y	6.220.280	\$/y
Fuel Consumption	722.405	L/y				
Carbon Dioxide	1.697.655	kg/y				
Hydrocarbons	185	kg/y				
Carbon Monoxide	1.141	kg/y				
NOx	356	kg/y				

Di seguito vengono invece riportati i parametri relativi alle varie intersezioni che danno vita al corridoio:

LANE SUMMARY

Site: Intersezione su Viale Pacini

Network: Corridoio ATTUALE

Lane Use and Performance																	
	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block		
	Flows		Total							HV	Veh					Dist	
	Total	HV	veh/h	%							veh/h						v/c
South: Viale Pacini																	
Lane 1	745	0,0	745	0,0	1074	0,694	100	31,6	LOS D	36,6	277,9	Full	165	-35,8 ^{N3}	31,8		
Lane 2	659	0,0	659	0,0	950	0,694	100	0,1	LOS A	0,0	0,0	Full	165	-50,0 ^{N3}	0,0		
Approach	1404	0,0	1404	0,0		0,694		16,8	NA	36,6	277,9						
North: Lato stadio																	
Lane 1	393	0,0	204	0,0	1900	0,107	100	0,0	LOS A	0,0	0,0	Full	25	0,0	0,0		
Lane 2	393	0,0	204	0,0	1900	0,107	100	0,0	LOS A	0,0	0,0	Full	25	0,0	0,0		
Approach	786	0,0	407 ^{N1}	0,0		0,107		0,0	NA	0,0	0,0						
NorthWest: Porta Elisa																	
Lane 1	6	0,0	6	0,0	1153	0,005	100	1,1	LOS A	0,0	0,2	Full	100	0,0	0,0		
Approach	6	0,0	6	0,0		0,005		1,1	LOS A	0,0	0,2						
Intersection	2196	0,0	1817 ^{N1}	0,0		0,694		13,0	NA	36,6	277,9						

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Minor Road Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

NA: Intersection LOS and Major Road Approach LOS values are Not Applicable for two-way sign control since the average delay is not a good LOS measure due to zero delays associated with major road lanes.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

N1 Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

N3 Capacity Adjustment due to downstream lane blockage determined by the program.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Circonvallazione - Viale L.Cadorna

Network: Corridoio ATTUALE

Lane Use and Performance																
	Demand		Arrival		Flows	Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Flows		Flows								Veh	Dist				
	Total	HV	Total	HV												
	veh/h	%	veh/h	%	veh/h	v/c	%	sec			m		m	%	%	
South: Viale Pacini																
Lane 1	453	0,0	453	0,0	224	2,023	100	513,6	LOS F	5,1 ^{N4}	38,6 ^{N4}	Full	25	-49,0 ^{N3}	50,0	
Lane 2	638	0,0	638	0,0	316	2,023	100	508,2	LOS F	5,1 ^{N4}	38,6 ^{N4}	Full	25	-27,0 ^{N3}	50,0	
Approach	1091	0,0	1091	0,0		2,023		510,4	LOS F	5,1	38,6					
East: Viale Cadorna																
Lane 1	676	0,0	676	0,0	370	1,827	71 ⁵	422,3	LOS F	91,0	691,6	Full	220	0,0	100,0	
Lane 2	416	0,0	416	0,0	162	2,566	100	762,1	LOS F	68,3	518,7	Full	220	-50,0 ^{N3}	90,9	
Approach	1092	0,0	1092	0,0		2,566		551,8	LOS F	91,0	691,6					
North: Lato stadio																
Lane 1	425	0,0	213	0,0	308	0,692	100	45,3	LOS D	5,1 ^{N4}	38,6 ^{N4}	Full	25	0,0	50,0	
Lane 2	793	0,0	397	0,0	779	0,510	74 ⁵	20,3	LOS C	5,1 ^{N4}	38,6 ^{N4}	Full	25	0,0	50,0	
Approach	1218	0,0	610 ^{N1}	0,0		0,692		29,0	LOS C	5,1	38,6					
Intersection	3401	0,0	2793 ^{N1}	0,0		2,566		421,4	LOS F	91,0	691,6					

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Minor Road Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

NA: Intersection LOS and Major Road Approach LOS values are Not Applicable for two-way sign control since the average delay is not a good LOS measure due to zero delays associated with major road lanes.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

⁵ Lane underutilisation determined by program

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

^{N3} Capacity Adjustment due to downstream lane blockage determined by the program.

^{N4} Average back of queue has been restricted to the available queue storage space.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Circonvallazione - Viale C.Castracani

Network: Corridoio ATTUALE

Lane Use and Performance

	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%		v/c	%	sec		m	m		%	%	
South: Viale Pacini															
Lane 1	347	0,0	176	0,0	481	0,366	44 ⁵	30,0	LOS C	5,1 ^{N4}	38,6 ^{N4}	Full	25	0,0	50,0
Lane 2	747	0,0	379	0,0	454	0,836	100	47,2	LOS D	5,1 ^{N4}	38,6 ^{N4}	Full	25	-1,0 ^{N3}	50,0
Approach	1094	0,0	556 ^{N1}	0,0		0,836		41,8	LOS D	5,1	38,6				
NorthEast: Viale Castracani															
Lane 1	973	0,0	531	0,0	217	2,445	100	703,6	LOS F	85,1	646,8	Short	150	-43,4 ^{N3}	100,0
Lane 2	139	0,0	76	0,0	332	0,229	100	32,3	LOS C	3,0	22,6	Full	225	0,0	100,0 ⁸
Approach	1112	0,0	607 ^{N1}	0,0		2,445		619,7	LOS F	85,1	646,8				
North: Lato stadio															
Lane 1	299	0,0	299	0,0	265	1,128	100	132,5	LOS F	23,9	181,5	Full	100	-27,9 ^{N3}	65,3
Lane 2	483	0,0	483	0,0	428	1,128	100	111,1	LOS F	37,9	288,1	Full	100	-42,0 ^{N3}	100,0
Approach	782	0,0	782	0,0		1,128		119,3	LOS F	37,9	288,1				
Intersection	2988	0,0	1944 ^{N1}	0,0		2,445		253,3	LOS F	85,1	646,8				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

⁵ Lane underutilisation determined by program

⁸ Probability of Blockage has been set on the basis of a queue that overflows from an adjacent short lane.

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

^{N3} Capacity Adjustment due to downstream lane blockage determined by the program.

^{N4} Average back of queue has been restricted to the available queue storage space.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini -
Via di Tiglio

Network: Corridoio ATTUALE

Lane Use and Performance															
	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Leng.	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%						veh/h	m				
NorthEast: Viale Castracani															
Lane 1	86	0,0	84	0,0	409	0,206	100	33,2	LOS C	3,7	28,0	Short	50	0,0	0,0
Lane 2	788	0,0	770	0,0	472 ¹	1,632	100	322,5	LOS F	102,0	775,6	Full	640	-47,4 ^{N3}	27,5
Approach	874	0,0	854 ^{N1}	0,0		1,632		294,0	LOS F	102,0	775,6				
North: Via Barbantini															
Lane 1	621	0,0	621	0,0	184	3,383	100	1136,0	LOS F	118,7	901,8	Full	350	-39,2 ^{N3}	99,8
Approach	621	0,0	621	0,0		3,383		1136,0	LOS F	118,7	901,8				
SouthWest: Viale Castracani															
Lane 1	918	0,0	546	0,0	785	0,695	100	27,9	LOS C	26,8	203,6	Full	225	0,0	1,0
Approach	918	0,0	546 ^{N1}	0,0		0,695		27,9	LOS C	26,8	203,6				
Intersection	2413	0,0	2021 ^{N1}	0,0		3,383		480,8	LOS F	118,7	901,8				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

¹ Reduced capacity due to a short lane effect

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

^{N3} Capacity Adjustment due to downstream lane blockage determined by the program.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Viale C.Castracani - Via D.Alighieri

Network: Corridoio ATTUALE

Lane Use and Performance

	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Leng	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%						veh/h	m				
South: Via Alighieri															
Lane 1	546	0,0	546	0,0	795 ¹	0,686	100	17,3	LOS C	60,6	460,5	Short	55	-20,1 ^{N3}	100,0
Lane 2 ^d	328	0,0	328	0,0	1322	0,248	36 ⁶	4,9	LOS A	15,3 ^{N4}	116,2 ^{N4}	Full	55	-12,6 ^{N3}	100,0 ⁸
Approach	874	0,0	874	0,0		0,686		12,6	LOS B	60,6	460,5				
NorthEast: Via Pesciatina															
Lane 1 ^d	739	0,0	739	0,0	611	1,209	100	131,6	LOS F	50,0	380,0	Full	500	-34,3 ^{N3}	1,8
Approach	739	0,0	739	0,0		1,209		131,6	LOS F	50,0	380,0				
SouthWest: Viale Castracani															
Lane 1	18	0,2	10	0,3	1037	0,010	100	3,6	LOS A	0,0	0,2	Short	35	0,0	0,0
Lane 2 ^d	764	0,0	421	0,0	691	0,609	100	16,0	LOS C	6,5	49,5	Full	640	-36,2 ^{N3}	0,0
Approach	782	0,0	431 ^{N1}	0,0		0,609		15,7	LOS C	6,5	49,5				
Intersection	2395	0,0	2044 ^{N1}	0,0		1,209		56,3	LOS F	60,6	460,5				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Roundabout LOS Method: Same as Sign Control.

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

Roundabout Capacity Model: US HCM 2010.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

The results of iterative calculations indicate a somewhat unstable solution. See the Diagnostics section in the Detailed Output report.

¹ Reduced capacity due to a short lane effect

⁶ Lane underutilisation due to downstream effects

⁸ Probability of Blockage has been set on the basis of a queue that overflows from an adjacent short lane.

^d Dominant lane on roundabout approach

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

^{N3} Capacity Adjustment due to downstream lane blockage determined by the program.

^{N4} Average back of queue has been restricted to the available queue storage space.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Via D.Alighieri - Via Di Tempagnano

Network: Corridoio ATTUALE

Lane Use and Performance

	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%						veh/h	v/c			%	sec
South: Via Alighieri															
Lane 1	840	0,0	840	0,0	1046	0,803	100	0,5	LOS A	0,0	0,0	Full	375	-45,5 ^{N3}	0,0
Approach	840	0,0	840	0,0		0,803		0,5	NA	0,0	0,0				
East: Via Di Tempagnano															
Lane 1	190	0,0	190	0,0	300	0,634	100	46,0	LOS E	6,6	50,1	Full	150	-50,0 ^{N3}	0,0
Approach	190	0,0	190	0,0		0,634		46,0	LOS E	6,6	50,1				
North: Via Alighieri															
Lane 1	1400	0,0	945	0,0	1491	0,634	100	15,1	LOS C	13,1	99,3	Full	55	0,0	36,2
Approach	1400	0,0	945 ^{N1}	0,0		0,634		15,1	NA	13,1	99,3				
Intersection	2430	0,0	1975 ^{N1}	0,0		0,803		11,9	NA	13,1	99,3				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Minor Road Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

NA: Intersection LOS and Major Road Approach LOS values are Not Applicable for two-way sign control since the average delay is not a good LOS measure due to zero delays associated with major road lanes.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

^{N3} Capacity Adjustment due to downstream lane blockage determined by the program.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Via D.Alighieri - Via Romana -
Via Lippi Francesconi

Network: Corridoio ATTUALE

Lane Use and Performance															
	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%						veh/h	M				
South: Via Lippi Francesconi															
Lane 1 ^d	116	0,0	116	0,0	894	0,130	100	5,3	LOS A	0,4	2,9	Full	250	0,0	0,0
Approach	116	0,0	116	0,0		0,130		5,3	LOS A	0,4	2,9				
East: Via Romana															
Lane 1 ^d	833	0,0	833	0,0	1176	0,709	100	13,7	LOS B	6,1	46,3	Full	400	0,0	0,0
Approach	833	0,0	833	0,0		0,709		13,7	LOS B	6,1	46,3				
North: Via Alighieri															
Lane 1	663	0,0	449	0,0	1181	0,380	100	6,8	LOS A	1,5	11,6	Short	365	0,0	0,0
Lane 2 ^d	466	0,0	315	0,0	1181	0,267	70 ⁵	5,5	LOS A	0,9	7,1	Full	375	0,0	0,0
Approach	1129	0,0	764 ^{N1}	0,0		0,380		6,3	LOS A	1,5	11,6				
West: Via Romana															
Lane 1 ^d	465	0,0	465	0,0	1077	0,432	100	8,0	LOS A	1,8	13,3	Full	500	0,0	0,0
Approach	465	0,0	465	0,0		0,432		8,0	LOS A	1,8	13,3				
Intersection	2543	0,0	2178 ^{N1}	0,0		0,709		9,4	LOS A	6,1	46,3				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Roundabout LOS Method: Same as Sign Control.

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

Roundabout Capacity Model: US HCM 2010.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

⁵ Lane underutilisation determined by program

^d Dominant lane on roundabout approach

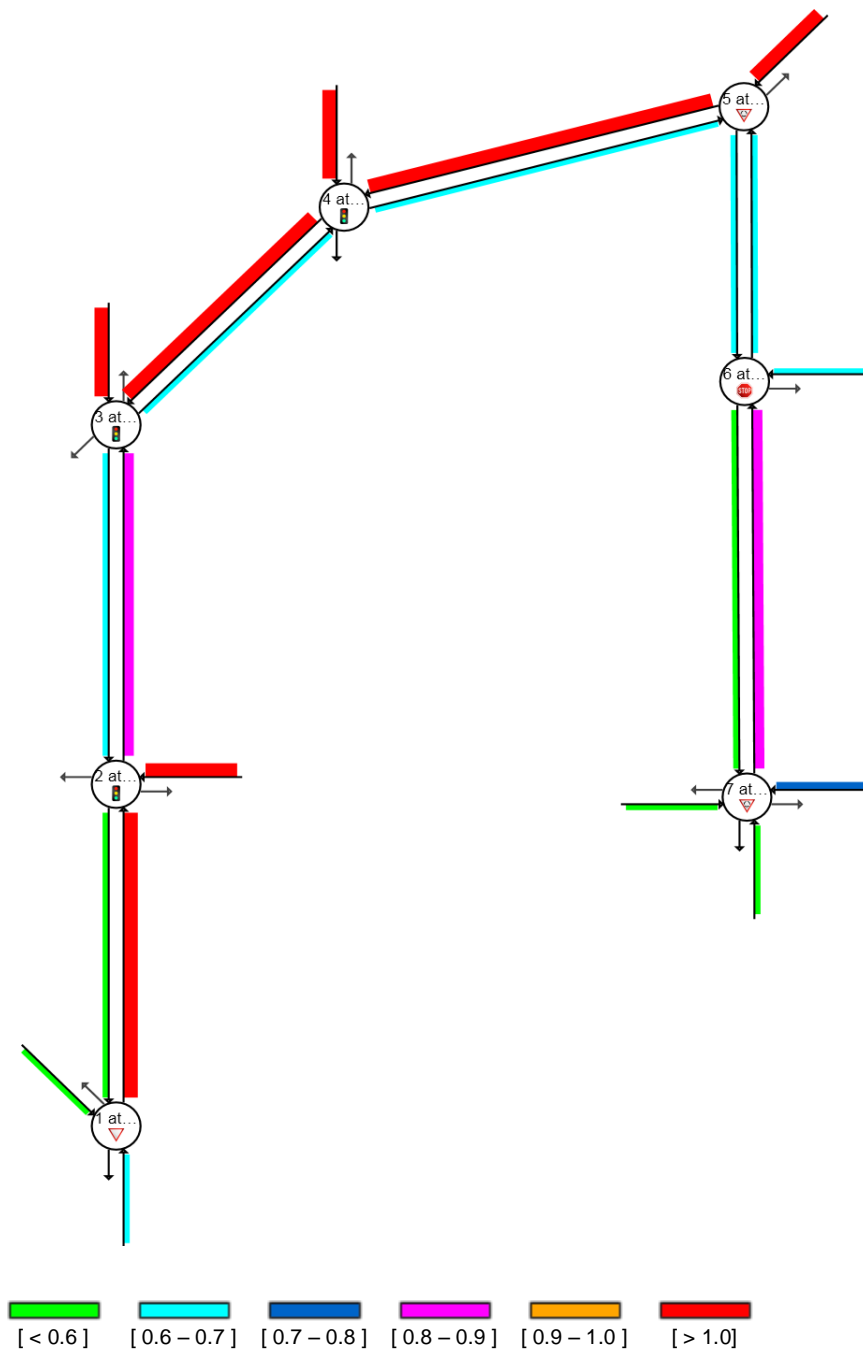
^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

Di seguito vengono invece riportati i vari grafici estrapolati dal software e rappresentativi di vari aspetti:

DEGREE OF SATURATION

Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

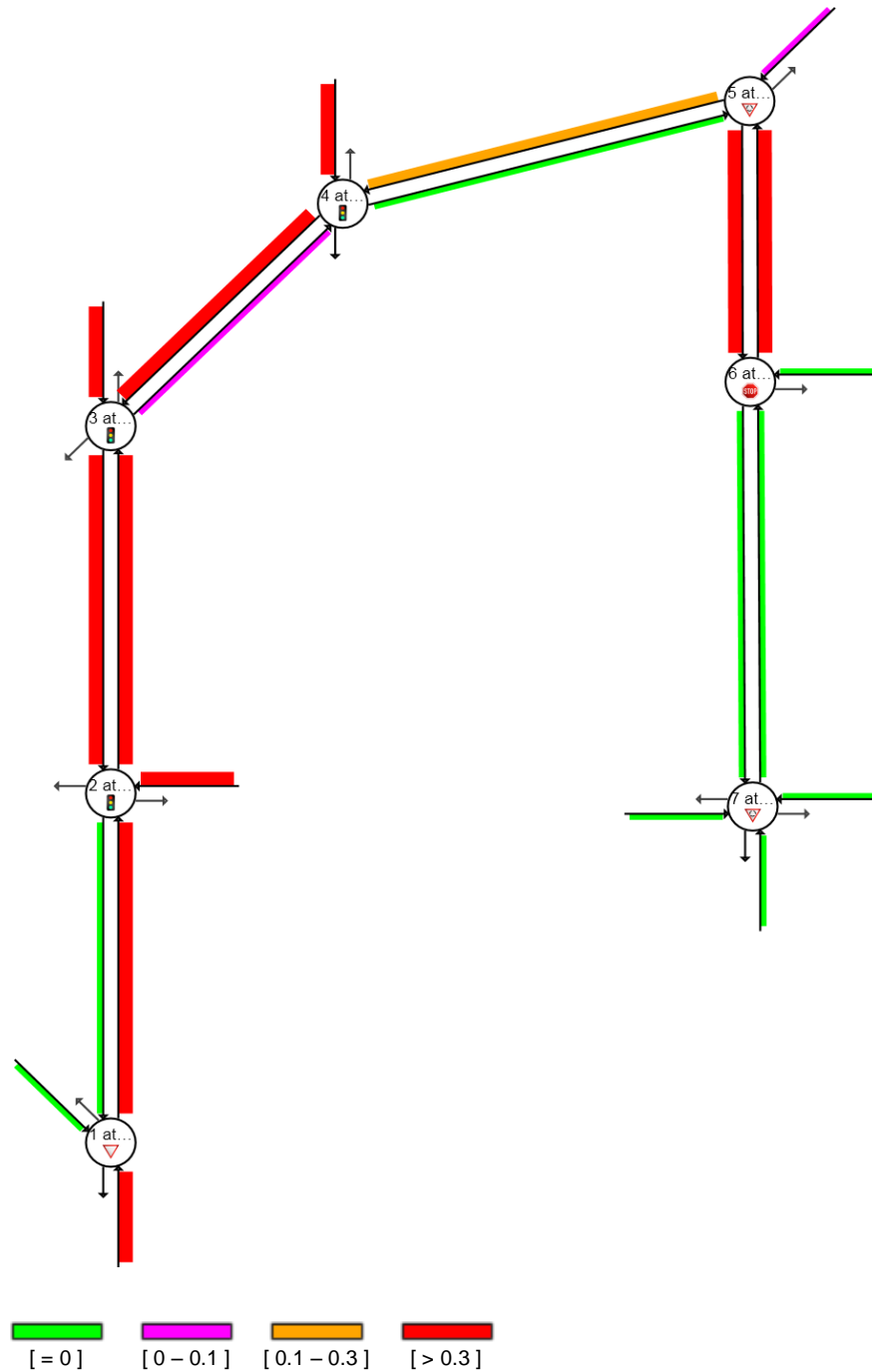
Network: Corridoio ATTUALE



LANE BLOCKAGE PROBABILITY

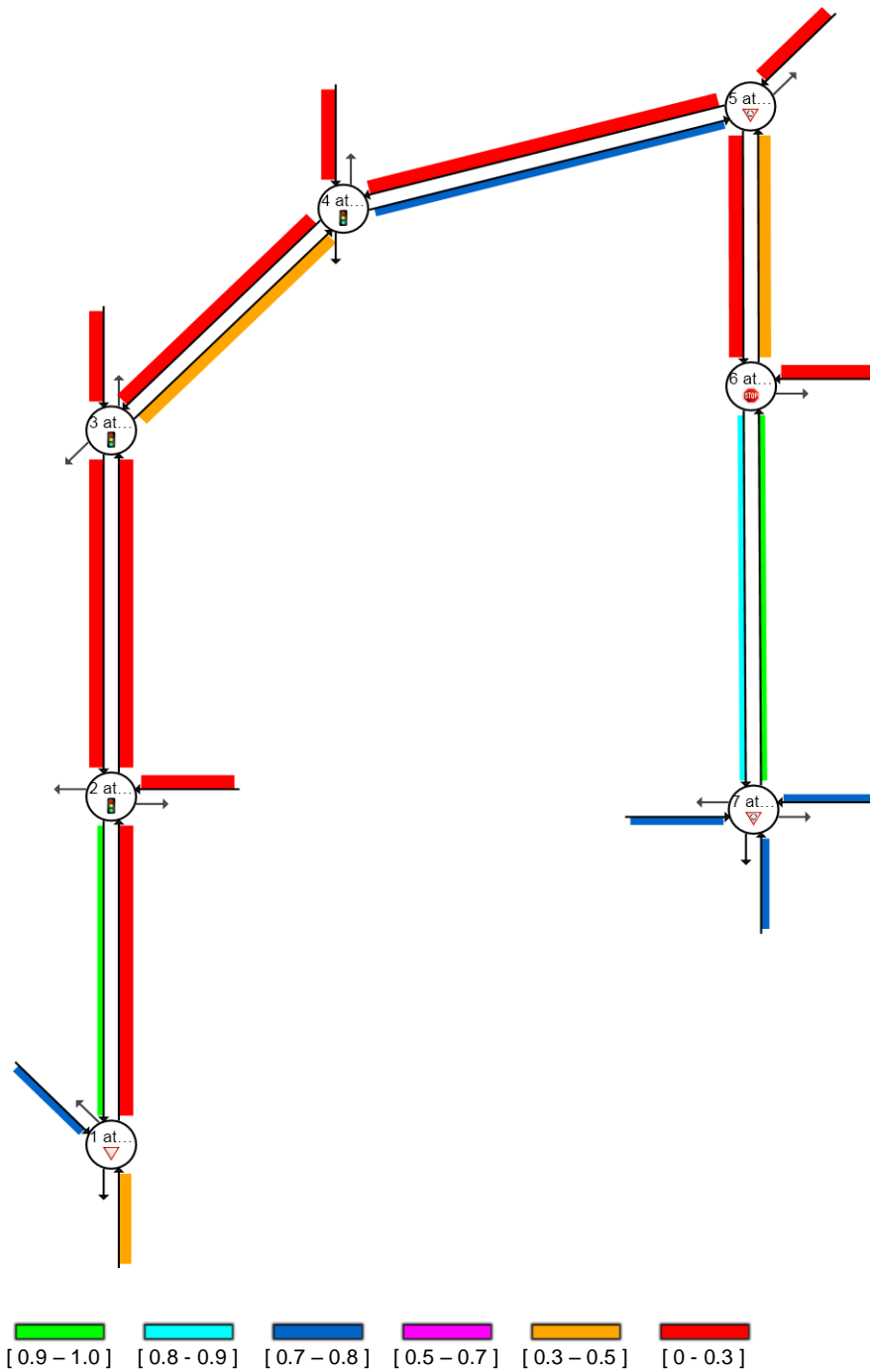
Probability of blockage of upstream lanes (worst lane for the approach)

Network: Corridoio ATTUALE



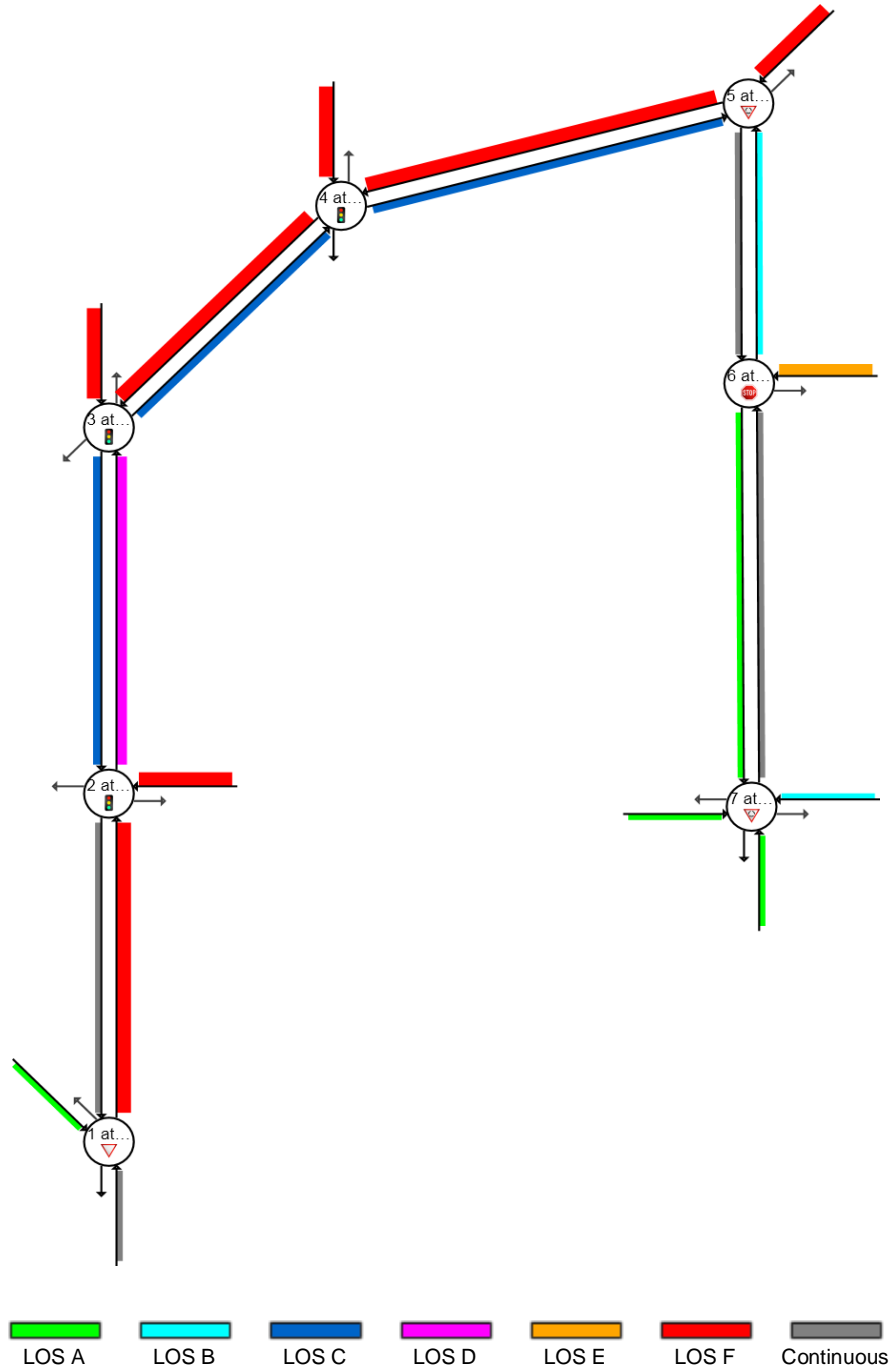
SPEED EFFICIENCY

Ratio of Average Travel Speed to Desired Speed for the Approach
Network: Corridoio ATTUALE



SITE LEVEL OF SERVICE

Approach Level of Service for Network Sites
Network: Corridoio ATTUALE

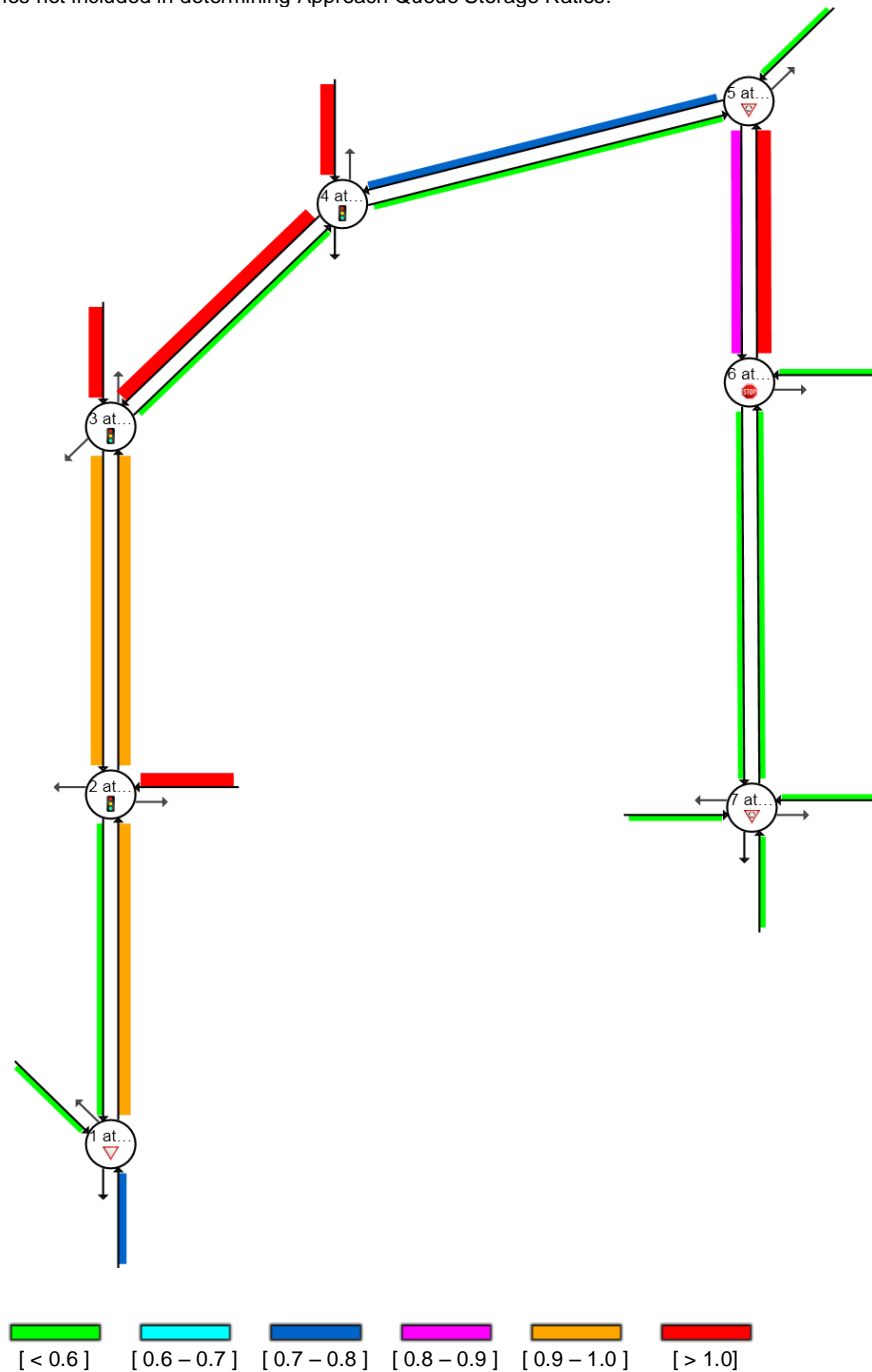


QUEUE STORAGE RATIO (AVERAGE)

Ratio of the Average Back of Queue to the available queue storage distance
(worst lane for the approach)

Network: Corridoio ATTUALE

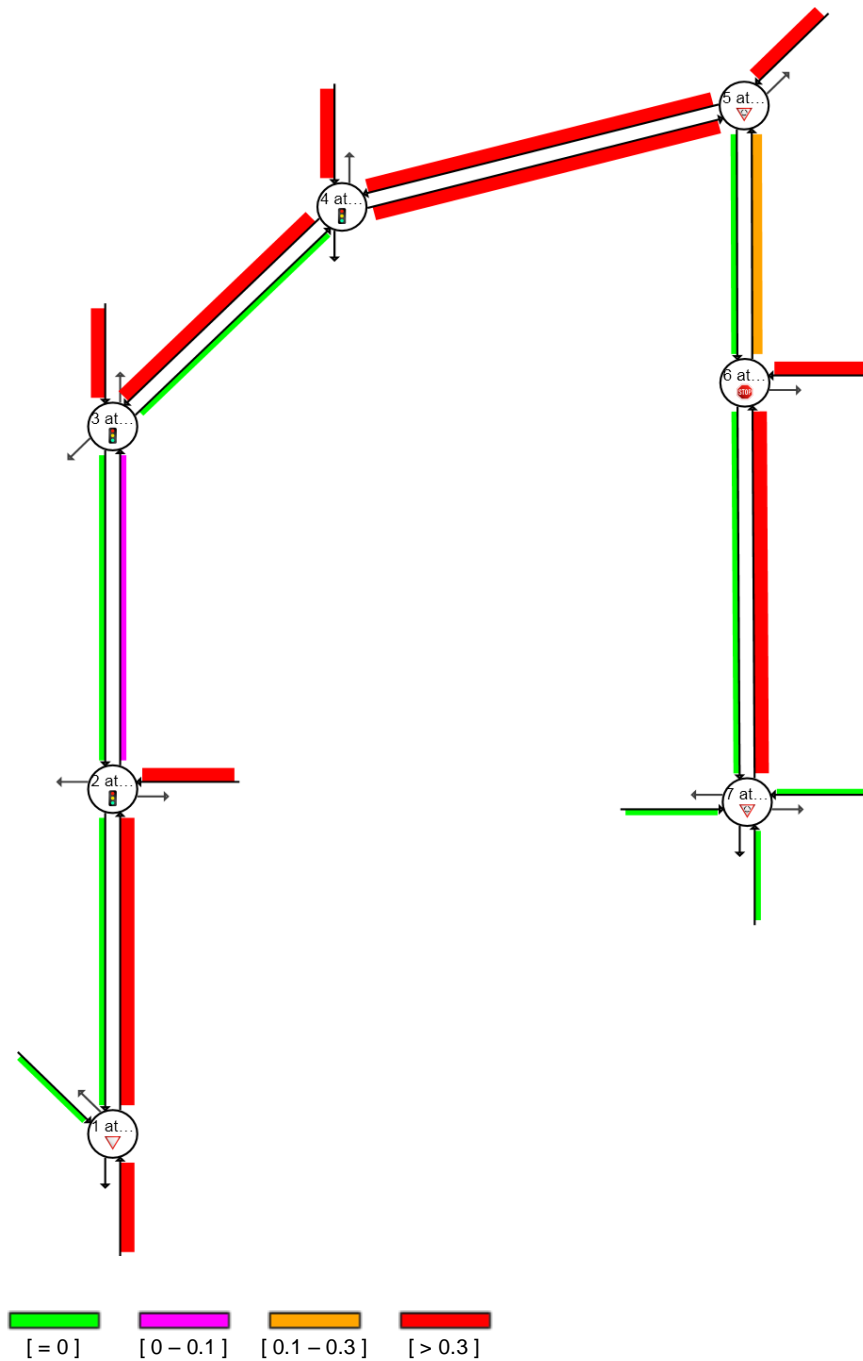
Short Lanes not included in determining Approach Queue Storage Ratios.



CAPACITY REDUCTION DUE TO LANE BLOCKAGE

Upstream capacity reduction due to blockage by downstream lanes
(worst lane for the approach)

Network: Corridoio ATTUALE

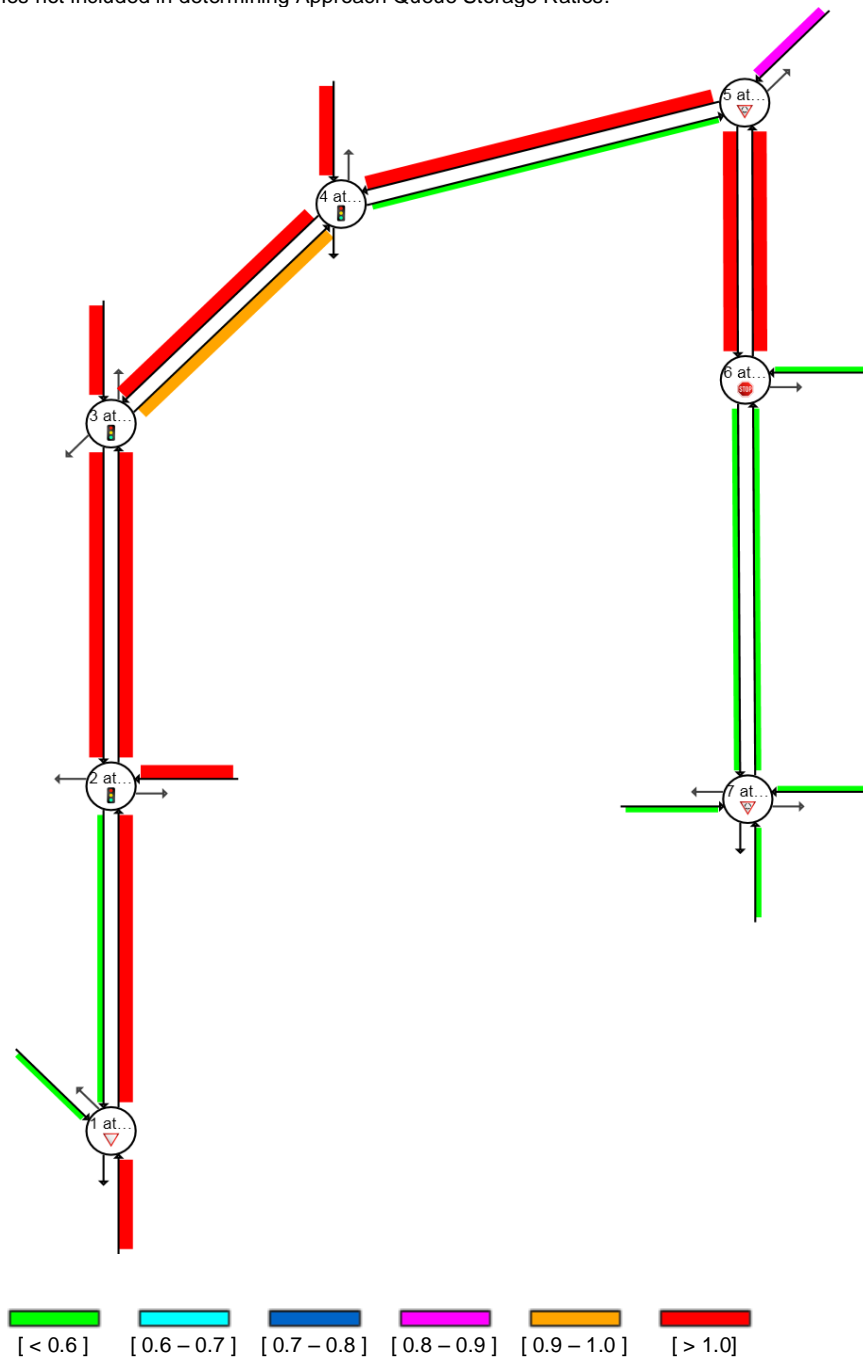


QUEUE STORAGE RATIO (PERCENTILE)

Ratio of the Percentile Back of Queue to the available queue storage distance
(worst lane for the approach)

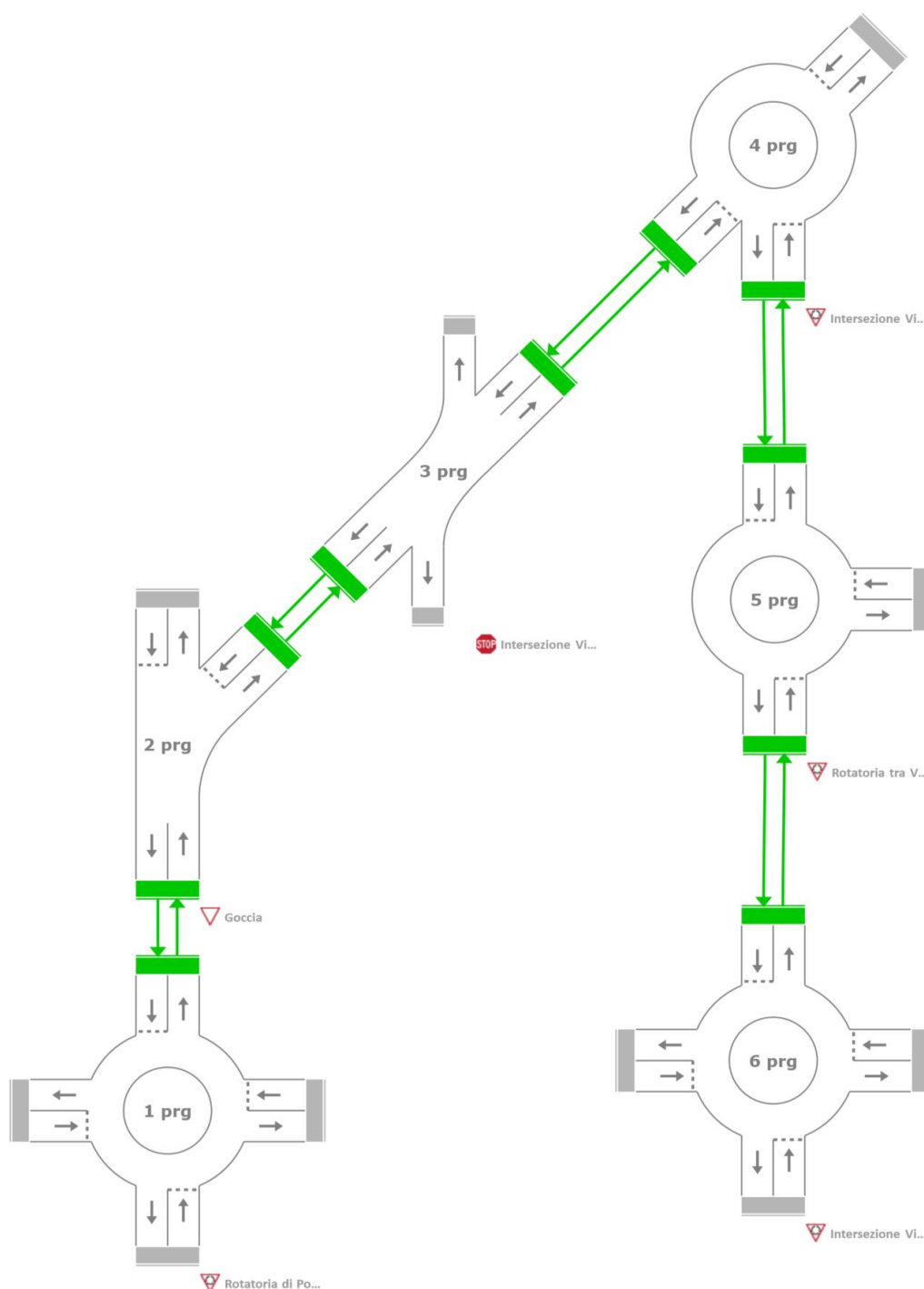
Network: Corridoio ATTUALE

Short Lanes not included in determining Approach Queue Storage Ratios.



6.2 Risultati della simulazione sul corridoio dello stato di progetto

La rappresentazione che SIDRA INTERSECTION 6.0 fa delle varie intersezioni analizzate, collegate tra di loro mediante la versione NETWORK del programma, al fine di ottenere il corridoio oggetto di studio, è una rappresentazione schematica che possiamo apprezzare grazie all'immagine seguente estrapolata dal software:



Per completezza si riporta anche la tabella riassuntiva con i vari parametri del corridoio:

NETWORK SUMMARY

Network: Corridoio di PROGETTO

Network Performance - Hourly Values							
Performance Measure	Vehicles		Per Unit Distance		Percent	Persons	
Network Level of Service (LOS)	LOS D						
Travel Time Index	3,99						
Speed Efficiency	0,46						
Congestion Coefficient	2,18						
Travel Speed (Average)	22,9	km/h				22,9	km/h
Travel Distance (Total)	6000,8	veh-km/h				7200,9	pers-km/h
Travel Time (Total)	261,4	veh-h/h				314,0	pers-h/h
Desired Speed	50,0	km/h					
Demand Flows (Total)	16842	veh/h				19480	pers/h
Arrival Flows (Total)	16233	veh/h				19480	pers/h
Percent Heavy Vehicles (Demand)	0,0	%					
Percent Heavy Vehicles (Arrival)	0,0	%					
Degree of Saturation	1,178						
Control Delay (Total)	129,10	veh-h/h				154,92	pers-h/h
Control Delay (Average)	28,6	Sec				28,6	sec
Control Delay (Worst Lane)	114,9	Sec					
Control Delay (Worst Movement)	114,9	Sec				114,9	sec
Geometric Delay (Average)	0,0	Sec					
Stop-Line Delay (Average)	28,6	Sec					
Queue Storage Ratio (Worst Lane)	1,00						
Total Effective Stops	18597	veh/h				22317	pers/h
Effective Stop Rate	1,15	per veh	3,1	per km		1,15	per pers
Proportion Queued	0,62					0,62	
Performance Index	512,8					512,8	
Cost (Total)	4506,74	\$/h	0,75	\$/km		4506,74	\$/h
Fuel Consumption (Total)	824,9	L/h	137,5	mL/km			
Fuel Economy	13,7	L/100km					
Carbon Dioxide (Total)	1938,6	kg/h	323,1	g/km			
Hydrocarbons (Total)	0,564	kg/h	0,094	g/km			
Carbon Monoxide (Total)	4,518	kg/h	0,753	g/km			
NOx (Total)	1,084	kg/h	0,181	g/km			

Network Model Accuracy Level (largest change in degree of saturation for any lane): 2,7 %

Number of Iterations: 10

Network Level of Service (LOS) Method: HCM 2010.

Model used: US HCM (Metric).

Network Performance - Annual Values				
Performance Measure	Vehicles		Persons	
Demand Flows (Total)	8.084.381	veh/y	9.350.402	pers/y
Delay	61.967	veh-h/y	74.360	pers-h/y
Effective Stops	8.926.739	veh/y	10.712.090	pers/y
Travel Distance	2.880.362	veh-km/y	3.456.435	pers-km/y
Travel Time	125.494	veh-h/y	150.705	pers-h/y
Cost	2.163.236	\$/y	2.163.236	\$/y
Fuel Consumption	395.972	L/y		
Carbon Dioxide	930.534	kg/y		
Hydrocarbons	271	kg/y		
Carbon Monoxide	2.169	kg/y		
NOx	520	kg/y		

Di seguito vengono invece riportati i parametri relativi alle varie intersezioni che danno vita al corridoio:

LANE SUMMARY

Site: Rotatoria di Porta Elisa

Network: Corridoio
di PROGETTO

Lane Use and Performance															
	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Leng.	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%											
South: Viale Pacini															
Lane 1	707	0,0	707	0,0	964	0,734	100	16,9	LOS C	5,3	40,4	Full	210	0,0	0,0
Lane 2 ^d	739	0,0	739	0,0	1007	0,734	100	16,4	LOS C	5,0	38,0	Full	210	0,0	0,0
Approach	1446	0,0	1446	0,0		0,734		16,7	LOS C	5,3	40,4				
East: Viale Cadorna															
Lane 1	532	0,0	532	0,0	624	0,853	100	34,5	LOS D	6,3	47,8	Full	220	0,0	0,0
Lane 2 ^d	583	0,0	583	0,0	684	0,853	100	32,2	LOS D	6,1	46,4	Full	220	0,0	0,0
Approach	1115	0,0	1115	0,0		0,853		33,3	LOS D	6,3	47,8				
North: Lato stadio															
Lane 1	867	0,0	859	0,0	730	1,178	100	114,9	LOS F	20,9 ^{N4}	158,5 ^{N4}	Full	75	0,0	49,9
Lane 2 ^d	936	0,0	928	0,0	788	1,178	100	113,0	LOS F	20,9 ^{N4}	158,5 ^{N4}	Full	75	0,0	49,9
Approach	1803	0,0	1787 ^{N1}	0,0		1,178		113,9	LOS F	20,9	158,5				
West: Porta Elisa															
Lane 1 ^d	15	0,0	15	0,0	518	0,029	100	7,3	LOS A	0,1	0,5	Full	60	0,0	0,0
Approach	15	0,0	15	0,0		0,029		7,3	LOS A	0,1	0,5				
Intersection	4379	0,0	4363 ^{N1}	0,0		1,178		60,7	LOS F	20,9	158,5				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Roundabout LOS Method: Same as Sign Control.

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

Roundabout Capacity Model: US HCM 2010.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

^d Dominant lane on roundabout approach

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

^{N4} Average back of queue has been restricted to the available queue storage space.

LANE SUMMARY

Site: Goccia

Network: Corridoio
di PROGETTO

Lane Use and Performance

	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%											
South: Viale Pacini															
Lane 1	352	0,0	343	0,0	1900	0,181	41 ⁵	0,0	LOS A	0,0	0,0	Short	70	0,0	0,0
Lane 2	193	0,0	188	0,0	1810	0,104	23 ⁵	0,0	LOS A	0,0	0,0	Full	70	0,0	0,0
Lane 3	823	0,0	802	0,0	1810	0,443	100	0,0	LOS A	0,0	0,0	Full	115	0,0	0,0
Approach	1368	0,0	1333 ^{N1}	0,0		0,443		0,0	NA	0,0	0,0				
NorthEast: Viale Castracani															
Lane 1	484	0,0	475	0,0	660	0,720	100	24,9	LOS C	8,4	64,1	Full	225	-49,9 ^{N3}	0,0
Lane 2	566	0,0	555	0,0	771	0,720	100	23,3	LOS C	11,0	83,4	Short	150	-43,3 ^{N3}	0,0
Approach	1050	0,0	1029 ^{N1}	0,0		0,720		24,1	LOS C	11,0	83,4				
North: Lato stadio															
Lane 1	443	0,0	443	0,0	705	0,628	100	16,5	LOS C	8,2	62,3	Full	100	-49,9 ^{N3}	0,0
Lane 2	443	0,0	443	0,0	705	0,628	100	16,5	LOS C	8,2	62,3	Full	100	-49,9 ^{N3}	0,0
Approach	886	0,0	886	0,0		0,628		16,5	LOS C	8,2	62,3				
Intersection	3304	0,0	3249 ^{N1}	0,0		0,720		12,1	NA	11,0	83,4				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Minor Road Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

NA: Intersection LOS and Major Road Approach LOS values are Not Applicable for two-way sign control since the average delay is not a good LOS measure due to zero delays associated with major road lanes.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

⁵ Lane underutilisation determined by program

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

^{N3} Capacity Adjustment due to downstream lane blockage determined by the program.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Viale C.Castracani - Via N.Barbantini -
Via di Tiglio

Network: Corridoio
di PROGETTO

Lane Use and Performance															
	Demand Flows		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	% veh/h	veh/h	% veh/h							m				
NorthEast: Viale Castracani															
Lane 1	874	0,0	849	0,0	1859	0,457	100	0,1	LOS A	0,0	0,0	Full	640	0,0	0,0
Approach	874	0,0	849 ^{N1}	0,0		0,457		0,1	NA	0,0	0,0				
SouthWest: Viale Castracani															
Lane 1	918	0,0	895	0,0	1817	0,492	100	0,0	LOS A	0,0	0,0	Full	225	0,0	0,0
Approach	918	0,0	895 ^{N1}	0,0		0,492		0,0	NA	0,0	0,0				
Intersection	1792	0,0	1744 ^{N1}	0,0		0,492		0,1	NA	0,0	0,0				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Minor Road Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

NA: Intersection LOS and Major Road Approach LOS values are Not Applicable for two-way sign control since the average delay is not a good LOS measure due to zero delays associated with major road lanes.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Viale C.Castracani - Via D.Alighieri

Network: Corridoio
di PROGETTO

Lane Use and Performance

	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%											
South: Via Alighieri															
Lane 1	642	0,0	642	0,0	1502	0,427	100	6,3	LOS A	2,2	17,0	Short	25	0,0	0,0
Lane 2 ^d	232	0,0	232	0,0	1504	0,154	36 ⁶	3,6	LOS A	0,5	3,5	Full	45	0,0	0,0
Approach	874	0,0	874	0,0		0,427		5,6	LOS A	2,2	17,0				
NorthEast: Via Pesciatina															
Lane 1 ^d	739	0,0	739	0,0	684	1,080	100	82,1	LOS F	32,8	249,0	Full	500	-26,5 ^{N3}	0,0
Approach	739	0,0	739	0,0		1,080		82,1	LOS F	32,8	249,0				
SouthWest: Viale Castracani															
Lane 1	18	0,0	18	0,0	995	0,018	100	3,8	LOS A	0,0	0,4	Short	35	0,0	0,0
Lane 2 ^d	764	0,0	745	0,0	733	1,017	100	61,2	LOS F	30,6	232,3	Full	640	-29,5 ^{N3}	0,0
Approach	782	0,0	763 ^{N1}	0,0		1,017		59,9	LOS F	30,6	232,3				
Intersection	2395	0,0	2376 ^{N1}	0,0		1,080		46,8	LOS E	32,8	249,0				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Roundabout LOS Method: Same as Sign Control.

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

Roundabout Capacity Model: US HCM 2010.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

⁶ Lane underutilisation due to downstream effects

^d Dominant lane on roundabout approach

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

^{N3} Capacity Adjustment due to downstream lane blockage determined by the program.

LANE SUMMARY

Site: Rotatoria tra Via D.Alighieri e Via Di Tempagnano

Network: Corridoio
di PROGETTO

Lane Use and Performance

	Demand		Arrival Flows		Flows	Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Flows		HV								Veh	Dist				
	Total	HV	Total	HV												
	veh/h	%	veh/h	%	veh/h	v/c	%	sec			m		m	%	%	
South: Via Alighieri																
Lane 1 ^d	860	0,0	860	0,0	1297	0,663	100	11,4	LOS B	5,0	38,0	Full	365	0,0	0,0	
Approach	860	0,0	860	0,0		0,663		11,4	LOS B	5,0	38,0					
East: Via Di Tempagnano																
Lane 1 ^d	193	0,0	193	0,0	885	0,218	100	6,3	LOS A	0,7	5,1	Full	150	0,0	0,0	
Approach	193	0,0	193	0,0		0,218		6,3	LOS A	0,7	5,1					
North: Via Alighieri																
Lane 1 ^d	1377	0,0	1100	0,0	1452	0,758	100	13,5	LOS B	9,5	72,8	Full	45	0,0	29,5	
Approach	1377	0,0	1100 ^{N1}	0,0		0,758		13,5	LOS B	9,5	72,8					
Intersection	2430	0,0	2153 ^{N1}	0,0		0,758		12,0	LOS B	9,6	72,8					

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Roundabout LOS Method: Same as Sign Control.

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

Roundabout Capacity Model: US HCM 2010.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

^d Dominant lane on roundabout approach

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Via D.Alighieri - Via Romana -
Via Lippi Francesconi

Network: Corridoio
di PROGETTO

Lane Use and Performance															
	Demand		Arrival Flows		Cap.	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Leng	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%						veh/h	m				
South: Via Lippi Francesconi															
Lane 1 ^d	116	0,0	116	0,0	848	0,137	100	5,6	LOS A	0,4	3,0	Full	250	0,0	0,0
Approach	116	0,0	116	0,0		0,137		5,6	LOS A	0,4	3,0				
East: Via Romana															
Lane 1 ^d	833	0,0	833	0,0	1176	0,709	100	13,7	LOS B	6,1	46,3	Full	400	0,0	0,0
Approach	833	0,0	833	0,0		0,709		13,7	LOS B	6,1	46,3				
North: Via Alighieri															
Lane 1	663	0,0	549	0,0	1181	0,465	100	8,0	LOS A	2,2	16,4	Short	362	0,0	0,0
Lane 2 ^d	466	0,0	386	0,0	1181	0,327	70 ⁵	6,2	LOS A	1,2	9,3	Full	365	0,0	0,0
Approach	1129	0,0	935 ^{N1}	0,0		0,465		7,2	LOS A	2,2	16,4				
West: Via Romana															
Lane 1 ^d	465	0,0	465	0,0	972	0,479	100	9,4	LOS A	2,2	16,6	Full	500	0,0	0,0
Approach	465	0,0	465	0,0		0,479		9,4	LOS A	2,2	16,6				
Intersection	2543	0,0	2349 ^{N1}	0,0		0,709		9,9	LOS A	6,1	46,3				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Roundabout LOS Method: Same as Sign Control.

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

Roundabout Capacity Model: US HCM 2010.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

⁵ Lane underutilisation determined by program

^d Dominant lane on roundabout approach

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

Una cosa interessante su cui è stata posta l'attenzione riguarda infine l'intersezione tra Via D.Alighieri e Via Di Tempagnano. Con una sistemazione a rotatoria dell'intersezione, si ha sicuramente un miglioramento delle condizioni del traffico rispetto allo stato attuale e addirittura, la situazione migliora anche rispetto al caso in cui venissero realizzati gli interventi previsti dal nuovo piano della viabilità, lasciando però invariata l'intersezione stessa. Dunque la proposta di una sistemazione a rotatoria non è assolutamente infondata, anzi, ha il fine di migliorare ulteriormente la viabilità in questa zona. Si riporta a tal proposito la tabella riassuntiva del caso appena citato:

LANE SUMMARY

Site: Intersezione Via D.Alighieri-Via Di Tempagnano

Network: Progetto ma con
Di Tempagnano a "T"

Lane Use and Performance															
	Demand Flows		Arrival Flows		Cap. HV	Deg. Satn	Lan. Util.	Aver. Delay	Level of Service	90% Back of Queue		Lane Config	Lane Length	Cap. Adj.	Prob. Block
	Total	HV	Total	HV						Veh	Dist				
	veh/h	%	veh/h	%											
South: Via Alighieri															
Lane 1	840	0,0	840	0,0	1918	0,438	100	0,0	LOS A	0,0	0,0	Full	375	0,0	0,0
Approach	840	0,0	840	0,0		0,438		0,0	NA	0,0	0,0				
East: Via Di Tempagnano															
Lane 1	190	0,0	190	0,0	599	0,317	100	8,7	LOS A	1,5	11,3	Full	150	0,0	0,0
Approach	190	0,0	190	0,0		0,317		8,7	LOS A	1,5	11,3				
North: Via Alighieri															
Lane 1	1400	0,0	1119	0,0	1491	0,750	100	22,9	LOS C	15,3 ^{N4}	116,2 ^{N4}	Full	55	0,0	49,9
Approach	1400	0,0	1119 ^{N1}	0,0		0,750		22,9	NA	15,3	116,2				
Intersection	2430	0,0	2149 ^{N1}	0,0		0,750		12,7	NA	15,3	116,2				

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Lane LOS values are based on average delay and v/c ratio (degree of saturation) per lane.

LOS F will result if v/c > irrespective of lane delay value (does not apply for approaches and intersection).

Minor Road Approach LOS values are based on average delay for all lanes (v/c not used as specified in HCM 2010).

NA: Intersection LOS and Major Road Approach LOS values are Not Applicable for two-way sign control since the average delay is not a good LOS measure due to zero delays associated with major road lanes.

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Gap-Acceptance Capacity: Traditional M1.

HV (%) values are calculated for All Movement Classes of All Heavy Vehicle Model Designation.

^{N1} Arrival Flow value is reduced due to capacity constraint at oversaturated upstream lanes.

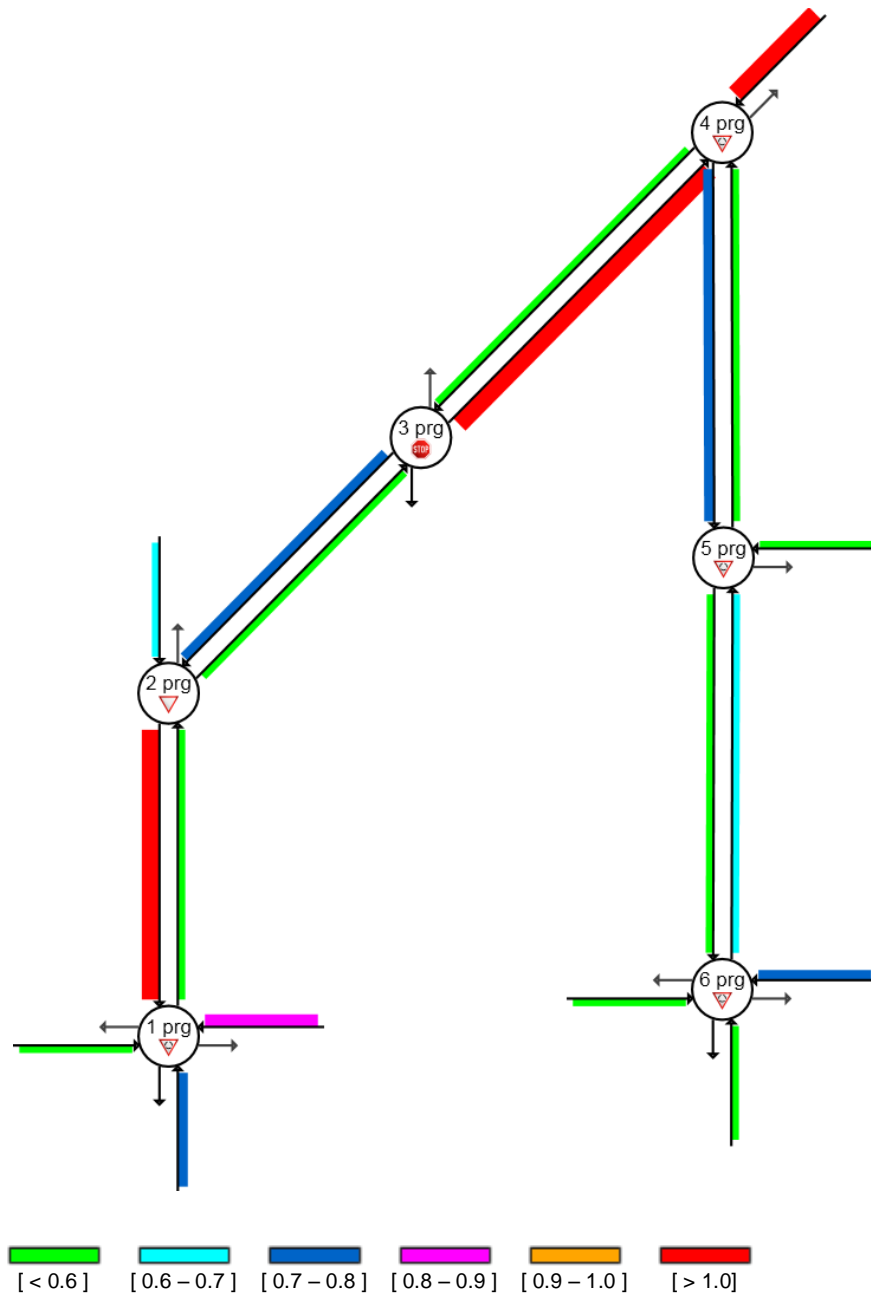
^{N4} Average back of queue has been restricted to the available queue storage space.

Di seguito vengono invece riportati i vari grafici estrapolati dal software e rappresentativi di vari aspetti:

DEGREE OF SATURATION

Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

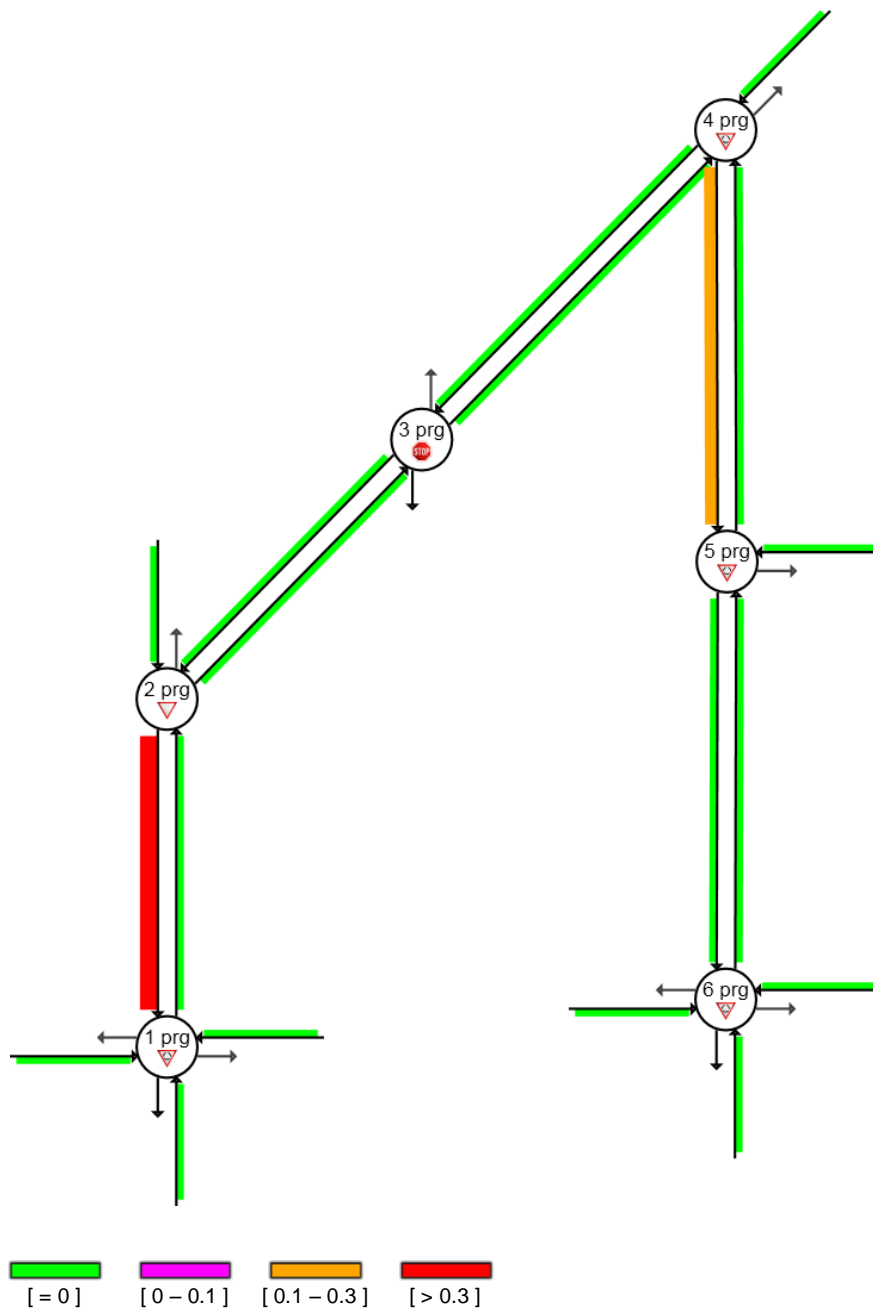
Network: Corridoio di PROGETTO



LANE BLOCKAGE PROBABILITY

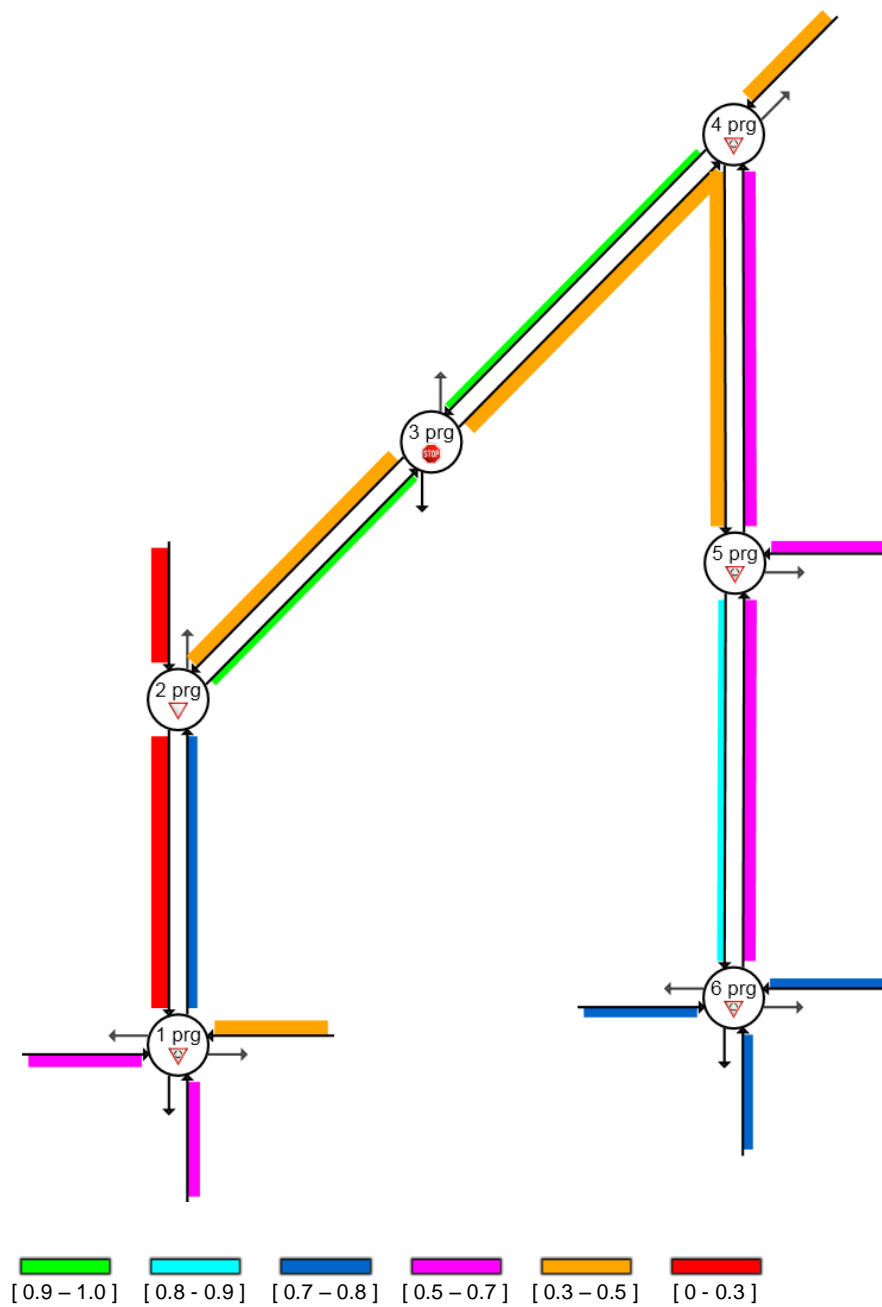
Probability of blockage of upstream lanes (worst lane for the approach)

Network: Corridoio di PROGETTO



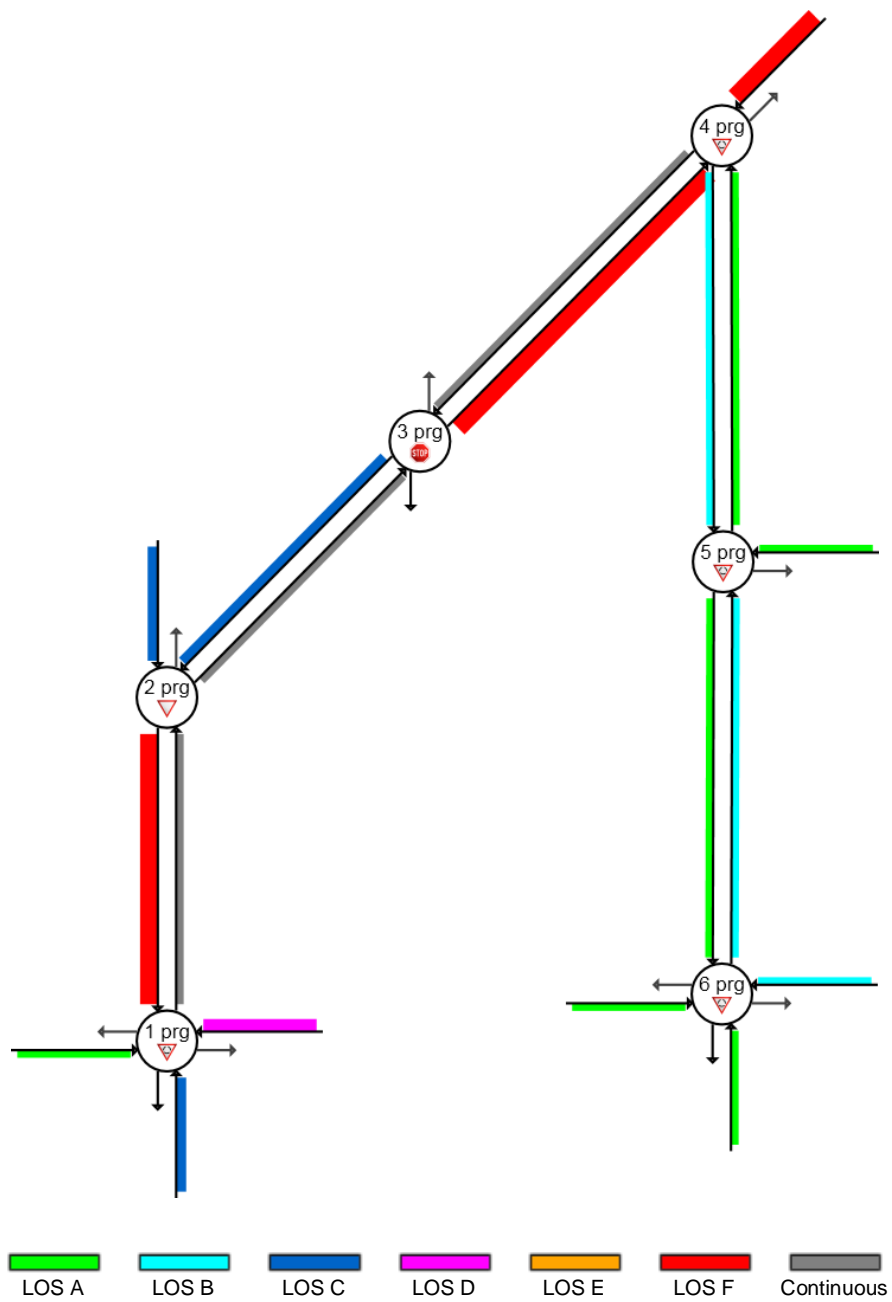
SPEED EFFICIENCY

Ratio of Average Travel Speed to Desired Speed for the Approach
Network: Corridoio di PROGETTO



SITE LEVEL OF SERVICE

Approach Level of Service for Network Sites
Network: Corridoio di PROGETTO

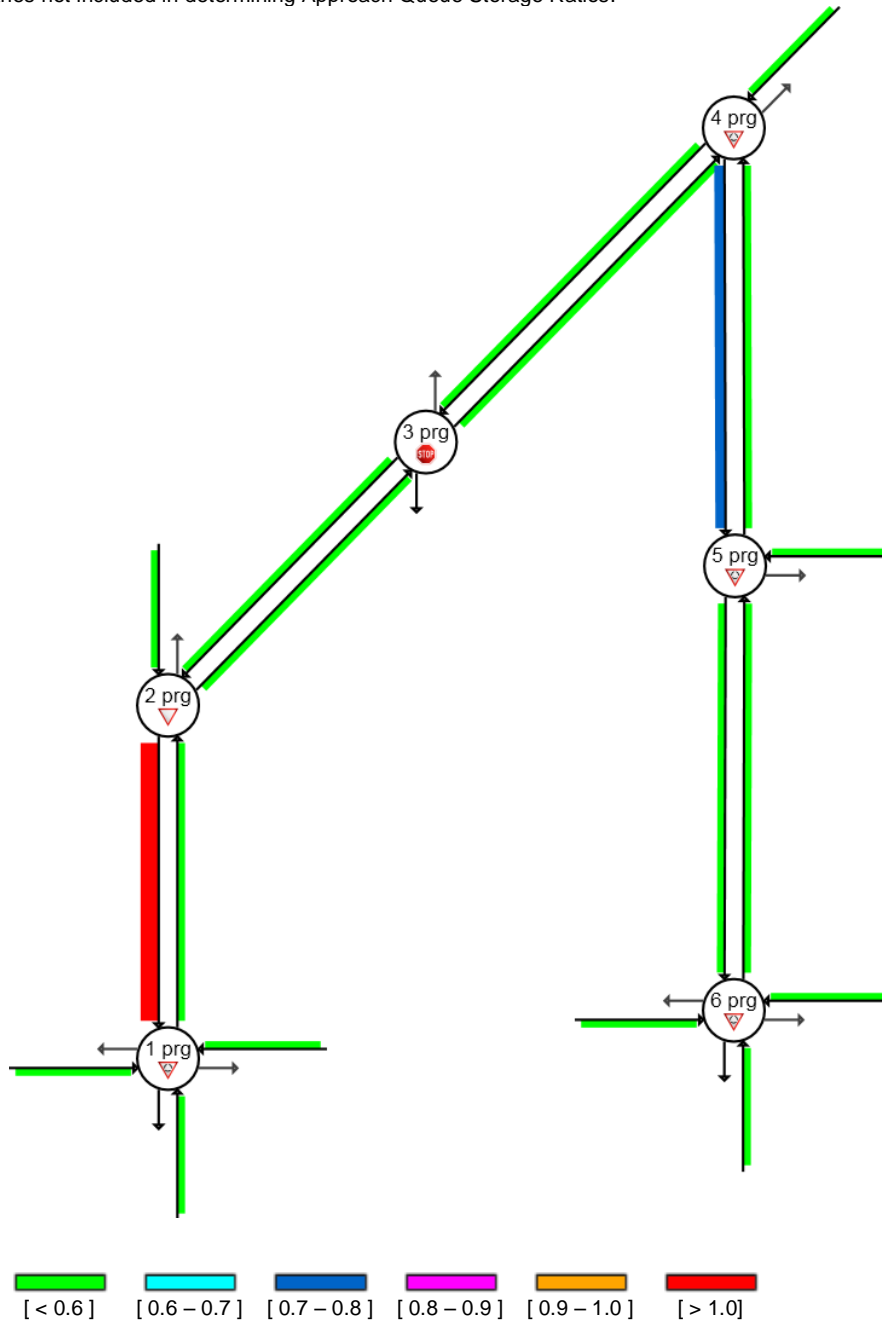


QUEUE STORAGE RATIO (AVERAGE)

Ratio of the Average Back of Queue to the available queue storage distance (worst lane for the approach)

Network: Corridoio di PROGETTO

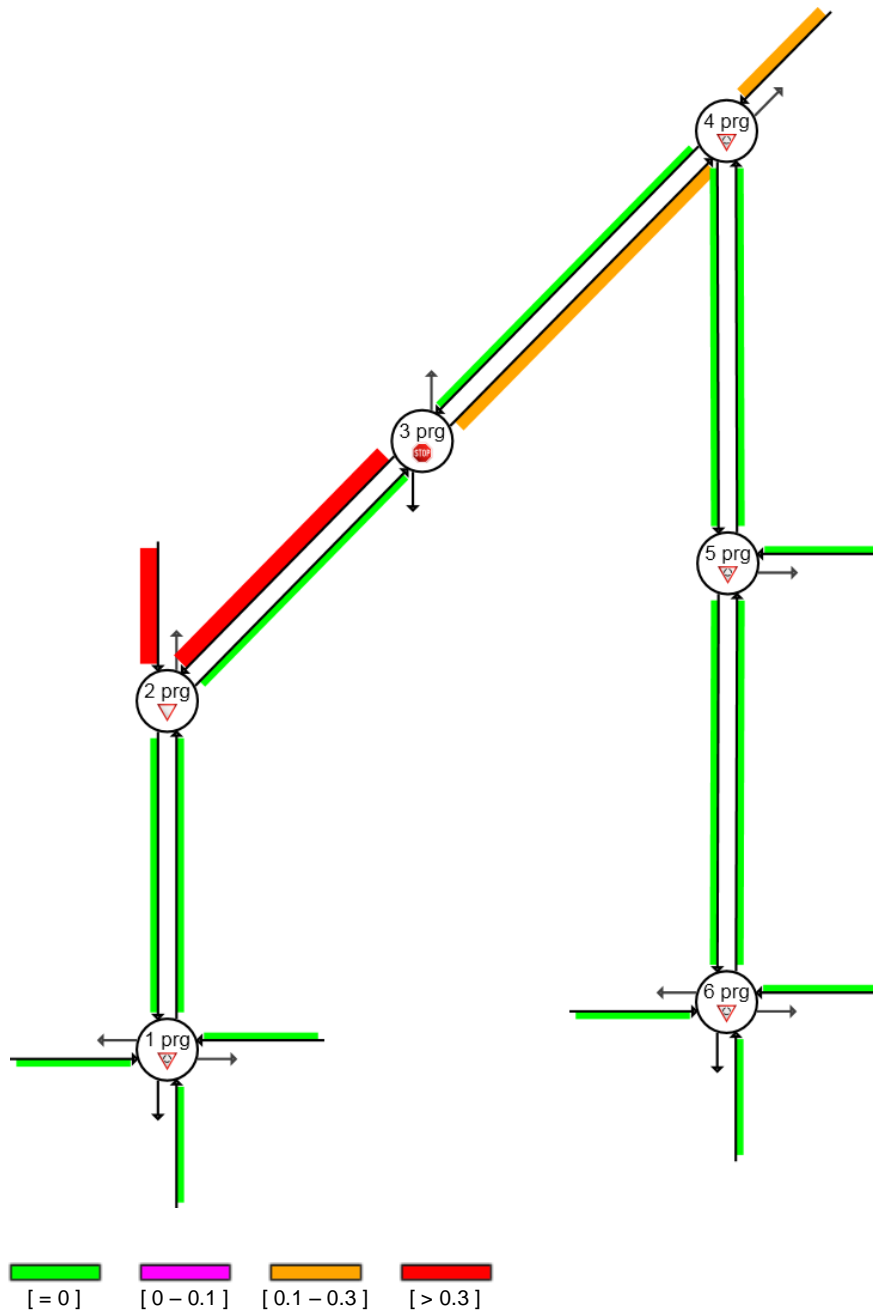
Short Lanes not included in determining Approach Queue Storage Ratios.



CAPACITY REDUCTION DUE TO LANE BLOCKAGE

Upstream capacity reduction due to blockage by downstream lanes
(worst lane for the approach)

Network: Corridoio di PROGETTO

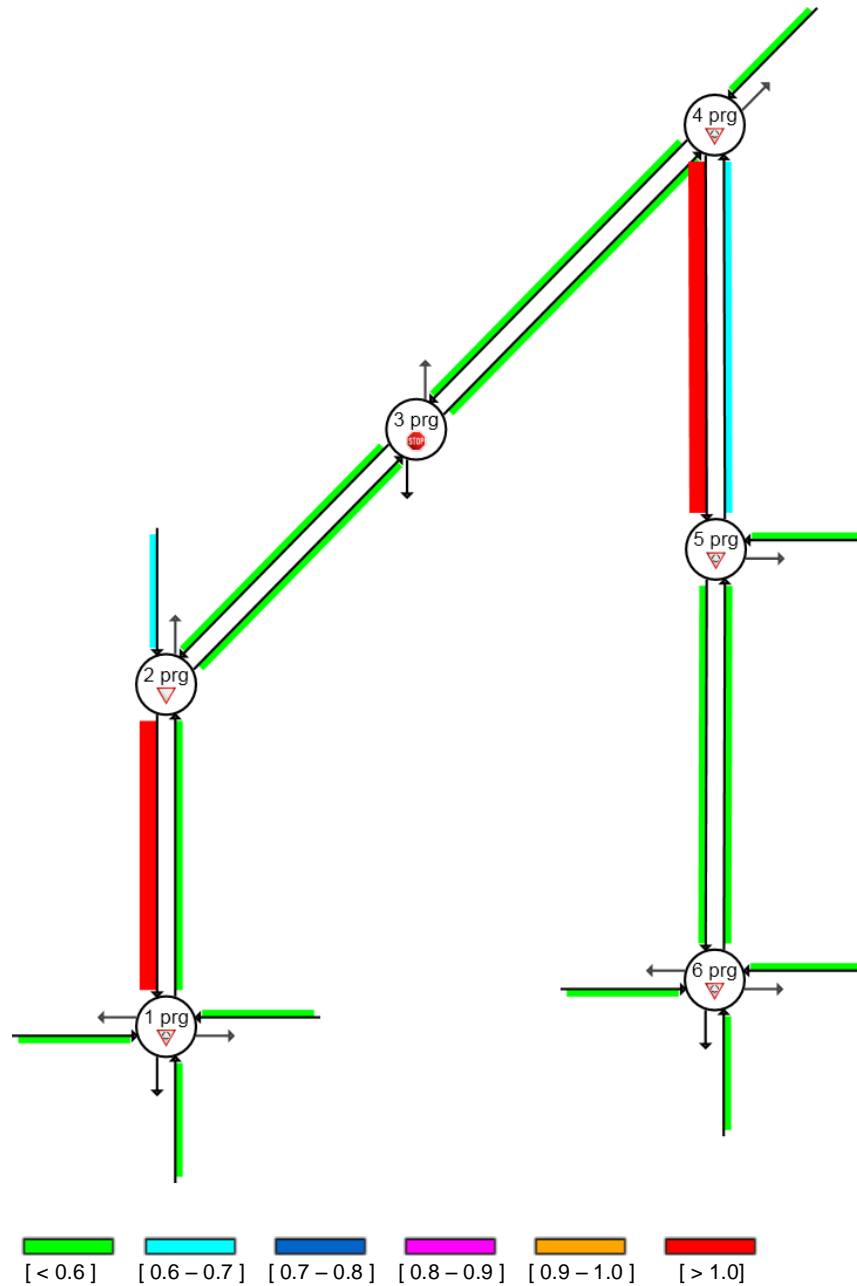


QUEUE STORAGE RATIO (PERCENTILE)

Ratio of the Percentile Back of Queue to the available queue storage distance
(worst lane for the approach)

Network: Corridoio di PROGETTO

Short Lanes not included in determining Approach Queue Storage Ratios.



6.3 Corridoi a confronto

Dopo aver studiato separatamente lo stato attuale e lo stato di progetto, è opportuno andare a confrontare i risultati ottenuti sull'itinerario oggetto di studio. Per fare ciò, SIDRA INTERSECTION 6.0 ci fornisce una tabella riassuntiva dove sono visualizzati i vari parametri con i relativi valori sia per il “Corridoio ATTUALE” (Network A), sia per il “Corridoio di PROGETTO” (Network B).

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva:

NETWORK OUTPUT COMPARISON

Comparison of Network Summary Statistics

Network A: Corridoio ATTUALE

Network B: Corridoio di PROGETTO

Network Performance (Vehicles Only) - Hourly Values					
Performance Measure	Units	Network A	Network B	Difference Network B - Network A	% Difference Diff / Network A
Network Level of Service (LOS)		LOS F	LOS D	NA	NA
Travel Time Index		0,07	3,99	3,92	5868,0
Speed Efficiency		0,11	0,46	0,35	333,0
Congestion Coefficient		9,43	2,18	-7,25	-76,9
Travel Speed (Average)	km/h	5,3	22,9	17,6	332,8
Travel Distance (Total)	veh-km/h	4714,9	6000,8	1285,8	27,3
Travel Time (Total)	veh-h/h	889,7	261,6	-628,0	-70,6
Desired Speed	km/h	50,0	50,0	0,0	0,0
Demand Flows (Total)	veh/h	18365	16842	-1522	-8,3
Arrival Flows (Total)	veh/h	14773	16233	1461	9,9
Percent Heavy Vehicles (Demand)	%	0,0	0,0	0,0	-68,8
Percent Heavy Vehicles (Arrival)	%	0,0	0,0	0,0	-74,0
Degree of Saturation		3,383	1,178	-2,205	-65,2
Control Delay (Total)	veh-h/h	784,38	129,10	-655,28	-83,5
Control Delay (Average)	sec	191,1	28,6	-162,5	-85,0
Control Delay (Worst Lane)	sec	1136,0	114,9	-1021,1	-89,9
Control Delay (Worst Movement)	sec	1136,0	114,9	-1021,1	-89,9
Geometric Delay (Average)	sec	0,0	0,0	0,0	0,0
Stop-Line Delay (Average)	sec	191,1	28,6	-162,5	-85,0
Queue Storage Ratio (Worst Lane)		3,96	1,00	-2,96	-74,8
Total Effective Stops	veh/h	17650	18597	948	5,4
Effective Stop Rate	per veh	1,19	1,15	-0,05	-4,1
Proportion Queued		0,79	0,62	-0,17	-21,6
Performance Index		1930,8	512,8	-1418,0	-73,4
Cost (Total)	\$/h	12804,54	4506,74	-8297,80	-64,8
Fuel Consumption (Total)	L/h	1505,0	824,9	-680,1	-45,2
Fuel Economy	L/100km	31,9	13,7	-18,2	-56,9
Carbon Dioxide (Total)	kg/h	3536,8	1938,6	-1598,1	-45,2

Hydrocarbons (Total)	kg/h	0,385	0,564	0,180	46,7
Carbon Monoxide (Total)	kg/h	2,377	4,518	2,141	90,1
NOx (Total)	kg/h	0,741	1,084	0,343	46,3

Network Performance (Vehicles Only) - Annual Values					
Network A - Hours per Year: 480					
Network B - Hours per Year: 480					
Performance Measure	Units	Network A	Network B	Difference Network B - Network A	% Difference Diff / Network A
Demand Flows (Total)	veh/y	8.815.147	8.084.381	-730.766	-8,3
Delay	veh-h/y	376.502	61.967	-314.535	-83,5
Effective Stops	veh/y	8.440.810	8.926.739	485.929	5,4
Travel Distance	veh-km/y	2.263.155	2.880.362	617.208	27,3
Travel Time	veh-h/y	427.041	125.587	-301.454	-70,6
Cost	\$/y	6.146.178	2.163.236	-3.982.942	-64,8
Fuel Consumption	L/y	722.405	395.972	-326.433	-45,2
Carbon Dioxide	kg/y	1.697.655	930.534	-767.120	-45,2
Hydrocarbons	kg/y	185	271	86	46,7
Carbon Monoxide	kg/y	1.141	2.169	1.028	90,1
NOx	kg/y	356	520	165	46,3

7. CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha permesso di mettere in evidenza gli innumerevoli vantaggi che deriverebbero dalla messa in opera degli interventi infrastrutturali proposti.

In particolare si nota come vengano ridotti tutti quanti gli aspetti critici che si riscontravano nelle varie intersezioni dello stato attuale.

Si riportano solo alcuni dati per chiarire meglio il concetto:

- le code del 90° percentile su Viale L.Cadorna passano da 91 veicoli a 6 veicoli;
- le code del 90° percentile su Viale C.Castracani in corrispondenza della Circonvallazione passano da 85 veicoli a 11 veicoli;
- le code del 90° percentile in corrispondenza dell'ingresso nord dell'intersezione tra Via D.Alighieri e Via Di Tempagnano passano da 13 veicoli a 9 veicoli, ma la cosa più importante è che senza la sistemazione a rotatoria di questa intersezione e con l'attuazione di tutti gli altri interventi, sarebbero di 15 veicoli (e soprattutto occuperebbero tutto lo spazio esistente tra questa intersezione e quella precedente).

Più in generale, se analizziamo il corridoio nel suo complesso, si nota un incremento del Livello di Servizio (da "F" a "D") dovuto ad una miglior scorrevolezza della circolazione che fa innalzare la velocità media in maniera considerevole (si ha infatti un incremento di 17,6 km/h).

Dunque, attuando tutti gli interventi proposti, raggiungeremmo quello che è il Livello di Servizio minimo in campo urbano a partire da una situazione attuale che risulta essere molto critica.

In conclusione si può quindi dire che il risultato a cui siamo pervenuti attraverso questo studio, mediante il software di microsimulazione del traffico SIDRA INTERSECTION 6.0 versione NETWORK, è un risultato

importantissimo, che sostiene fortemente le proposte progettuali per il miglioramento del corridoio viario per l'accesso da ovest al Nuovo Ospedale di Lucca. Inoltre, rappresenta uno strumento fondamentale, perché grazie ad esso sarà possibile effettuare e dimostrare le scelte strategiche di pianificazione.

BIBLIOGRAFIA

1. NCHRP Report 772 “*Evaluating the Performance of Corridors with Roundabouts*”.
2. Akcelik, R. (2013). Lane-Based Micro-Analytical Model of a Roundabout Corridor. Paper presented at the CITE 2013 Annual Meeting, Calgary, Alberta, Canada.
3. Pratelli Antonio, Dispense del corso di Teoria e Tecnica della Circolazione: “*Progetto delle intersezioni a rotatoria*”, (Edizione marzo 2001), TEP, Pisa.
4. Pratelli Antonio, *Rotatorie di nuova generazione*, TEP, Pisa.
5. Pratelli Antonio, *Annotazioni di viabilità urbana*, TEP, Pisa.
6. Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual 2010*, Washington.
7. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, D.M. 5 Novembre 2001 - *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, 2001*.
8. *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali, 10 Settembre 2001*.
9. Bollettino Ufficiale CNR n.60 del 28.08.1978.
10. D.L. 15 marzo 2011 n.35. Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture.
11. DPR 16 Dicembre 1992 n. 495, *Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice della strada*, Gazzetta ufficiale del 28/12/1992 e successive modifiche.
12. R. Mauro, *Su alcune recenti acquisizioni in tema di incroci a rotatoria*, Trasporti e Trazione, 1995 (1^a parte; 2^a parte).
13. G. Di Giampietro, *La progettazione delle rotonde e delle intersezioni, con attenzione a sicurezza, efficienza e rispetto ambientale* – Dossier n. 7, 2001, Politecnico di Milano, DITec, 2001.

14. L. Mussone, *La distanza di visibilità nella progettazione delle intersezioni a rotatoria*, Strade & Autostrade 1-2003.
15. T. Taekratok, *Modern roundabouts for Oregon*, June 1998, Oregon Department of Transportation.
16. U.S. Department of Transportation, *Roundabouts: an informational guide*, June 2000.
17. G. Tesoriere, *Strade Ferrovie Aeroporti* Vol.1 UTET, Torino.

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare anzitutto il *Prof. Ing. Antonio Pratelli* che mi ha permesso di lavorare a questo studio molto interessante, ma soprattutto per avermi, fin da subito, dimostrato fiducia ed avermi messo nelle condizioni ideali per realizzare questa tesi di laurea.

Ringrazio inoltre il *Prof. Ing. Massimo Losa*, per la disponibilità, la collaborazione e gli insegnamenti ricevuti in questi anni di studi universitari e l'*Ing. Alessandra Gazzarri* per i consigli e le preziose indicazioni ricevuti.

Grazie a *Rahmi Akcelik* e a *SIDRA SOLUTIONS* per avermi concesso una licenza di sei mesi in virtù della quale ho potuto usufruire gratuitamente del software *SIDRA INTERSECTION 6.0*.

Grazie ai miei *amici*, per tutte le risate fatte insieme, anche se spesso mi sono perso qualche “serata” per studiare la mattina successiva.

Grazie ai miei *compagni di studio*, con i quali ho passato spesso più tempo che con i miei familiari e senza i quali sarebbe stato tutto molto più complicato e noioso.

Grazie a *Irene* che mi ha supportato e il più delle volte sopportato e ancora non si capisce come abbia fatto.

Grazie ai miei *nonni*, perché la loro porta (e anche la loro cucina) è sempre stata aperta e sempre lo sarà.

Grazie a *Claudio* e a *zia Giovanna* per le pizze che arrivano quasi tutti i lunedì da Firenze e non solo.

Infine, grazie ai miei *genitori* e a mio *fratello* che hanno permesso tutto questo, sostenendomi sempre, senza farmi mai mancare niente.

ALLEGATI

Gli allegati presenti sono i seguenti:

- TAVOLA 1: Inquadramento generale, Planimetria Stato Attuale;
- TAVOLA 2: Particolare Nodo A, Stato Attuale;
- TAVOLA 3: Particolare Nodo A, Planimetria generale Stato di Progetto;
- TAVOLA 4: Particolare Nodo A, Planimetria quotata Stato di Progetto;
- TAVOLA 5: Particolare Nodo B, Stato Attuale;
- TAVOLA 6: Particolare Nodo B, Planimetria generale Stato di Progetto;
- TAVOLA 7: Particolare Nodo B, Planimetria quotata Stato di Progetto;
- TAVOLA 8: Particolare Nodo C, Stato Attuale;
- TAVOLA 9: Particolare Nodo C, Planimetria generale Stato di Progetto;
- TAVOLA 10: Particolare Nodo C, Planimetria quotata Stato di Progetto;
- TAVOLA 11: Particolare Nodo C, Verifiche.